Frakturen, Luxationen und Luxationsfrakturen der Wirbelsäule beim Hund

Behandlung und Ergebnis in den Jahren 1970–1980

Andrea Thiess

1983

Aus der Chirurgischen Tierklinik
der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München

Vorstand: Prof. Dr. Dr.h.c. H. Schebitz

FRAKTUREN, LUXATIONEN und LUXATIONSFRAKTUREN DER WIRBELSÄULE BEIM HUND

Behandlung und Ergebnis in den Jahren 1970-1980

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München

von
Andrea Thiess
aus
Ludwigshafen am Rhein

München 1983

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan:	Prof. Dr. G. Terplan
Referent:	Prof. Dr. Dr.h.c. H. Schebitz
Korreferent:	Prof. Dr. M. Rüsse

Tag der Promotion: 25. Februar 1983

UNIV. LEIDEN BIBL.

If you go buzzing about
between right and wrong,
vibrating and fluctuating,
you come out nowhere;
but if you are absolutely
and thoroughly
and persistently wrong,
you must some of these days
have the extreme good fortune
of knocking your head against a fact,
and that sets you all right again.

T.H. Huxley

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
A.	EINLEITUNG UND THEMASTELLUNG	1
B.	LITERATUR	2
1.	FUNKTIONELLE ANATOMIE	2
1.1.	Wirbelsäule	2
1.1.1.	Anatomische Grundlagen	3
1.1.1.1.	Knöcherner Aufbau	3
1.1.1.1.1.	Halswirbelsäule	4
1.1.1.1.2.	Brustwirbelsäule	5
1.1.1.1.3.	Lendenwirbelsäule	6
1.1.1.1.4.	Kreuzbein	7
1.1.1.1.5.	Schwanzwirbelsäule	7
1.1.1.1.6.	Entwicklung und Fugenschluß	8
1.1.1.2.	Verbindung der Wirbel untereinander	9
1.1.1.2.1.	Gelenke	9
1.1.1.2.2.	Bänder	10
1.1.1.2.3.	Muskulatur	11
1.1.2.	Funktionelle Betrachtung	12
1.1.2.1.	Statik	12
1.1.2.2.	Dynamik	15
1.2.	Rückenmark	16
1.2.1.	Anatomische Grundlagen	16
1.2.1.1.	Hüllen des Rückenmarks	16
1.2.1.2.	Lage im Wirbelkanal	16
1.2.2.	Innerer Aufbau und Funktion	21
1.2.2.1.	Weiße Substanz	22
1.2.2.2.	Graue Substanz	24
1.2.3.	Spinalnerven	25
1.2.4.	Myotome und Dermatome	25
2.	DIAGNOSTIK	27
2.1.	Klinisch-neurologische Untersuchung	28
2.1.1.	Adspektion	28

Seite

2.1.2. Palpation 29
2.1.3. Neurologische Untersuchung 29
2.1.3.1. Motorik 29
2.1.3.2. Sensibilität 31
2.1.3.2.1. Schmerzempfindung 32
2.1.3.2.2. Tiefensensibilität 34
2.1.3.3. Reflexe 34
2.1.3.3.1. Reflexbogen 34
2.1.3.3.2. Spinale Reflexe 37
2.1.3.4. Lokalisation der Rückenmarksläsion 40
2.1.3.5. Vegetative Funktionsausfälle 45
2.1.3.5.1. Harnblase 46
2.1.3.5.1.1. Normale Funktion 46
2.1.3.5.1.2. Automatische Harnblase 48
2.1.3.5.1.3. Autonome Harnblase 49
2.1.3.5.2. Mastdarm 49
2.1.3.5.3. Neurologische Untersuchung der Harnblase und des Mastdarms 50
2.2. Röntgenuntersuchung 51
2.2.1. Technik und Lagerung 52
2.2.2. Fraktur- bzw. Luxationsformen 54

3. PROGNOSE 57
3.1. Ausmaß der neurologischen Schädigungen 57
3.2. Verletzungsform 58
3.3. Lokalisation 59
3.4. Zeitfaktor 59

4. THERAPIE 61
4.1. Konservative Therapie 61
4.2. Operative Therapie 64
4.3. Nachbehandlung 74

Seite

C. DOKUMENTATIONSANALYSE DER JAHRE 1970-1980 76

1. Häufigkeit, Lokalisation, Verletzungsform 76
2. Alters-, Geschlechts- und Rasseverteilung 84
3. Ursache der Wirbelfrakturen bzw. -luxationen und zusätzliche Verletzungen 88
4. Verletzungsart, neurologische Ausfallserscheinungen, Behandlung und Ergebnis 93
4.1. Halswirbelsäule und Übergang HWS/BWS 94
4.2. Brustwirbelsäule und Übergang BWS/LWS 100
4.3. Lendenwirbelsäule und Übergang LWS/KB 111
4.4. Kreuzbein mit Übergang KB/SWS und Schwanzwirbelsäule 121

D. DISKUSSION 128

E. ZUSAMMENFASSUNG 141

F. SUMMARY 142

G. LITERATURVERZEICHNIS 143

A. EINLEITUNG UND THEMASTELLUNG

Vorwiegend als Folge eines Verkehrsunfalls werden beim Hund außer an den Gliedmaßen Verletzungen der Wirbelsäule beobachtet. Über Knochenbrüche der Schultergliedmaße des Hundes finden sich ausführliche Angaben in den Arbeiten von BRUNNBERG et al. 1979 (Schulterblatt), SCHEBITZ et al. 1981 (proximaler Oberarmschaft), BRUNNBERG et al. 1981 (Oberarmschaft), BRUNNBERG 1974 (distaler Oberarm), MEYER 1977 (Unterarm), während Frakturen der Beckengliedmaßen in den Dissertationen von NAKASALA-SITUMA 1979 (Becken), SCHÜRRLE 1979 (Femurschaft), KÖSTLIN 1973 (distaler Femur), PFEIFER 1977 (Unterschenkel) und GÖSSMANN 1983 (Sprunggelenk) besprochen wurden.

Ergänzend zu diesen Untersuchungen sollen in der vorliegenden Arbeit die traumatisch bedingten

- Frakturen,
- Luxationen und
- Luxationsfrakturen der Wirbelsäule

der in der Chirurgischen Tierklinik der Universität München in den Jahren 1970-1980 eingelieferten Hunde erfaßt und die Ergebnisse der Behandlung aufgezeigt sowie kritisch beurteilt werden. Isolierte Bandscheibenerkrankungen werden bei dieser Aufstellung nicht berücksichtigt.

Grundsätzlich ist anzunehmen, daß bei einer Verletzung der Wirbelsäule auch das Rückenmark mitgeschädigt sein kann. Da das Ziel jeder erfolgreichen Frakturbehandlung die uneingeschränkte Wiederherstellung der Funktion sein muß und dies an der Wirbelsäule nur bei intaktem Rückenmark möglich ist, soll auch auf die besondere

- Problematik einer Mitschädigung des Rückenmarks,
- ihre Diagnose und
- Prognose

in dieser Arbeit hingewiesen werden.

B. L I T E R A T U R

1. FUNKTIONELLE ANATOMIE

Zur Einführung in die nachfolgenden Kapitel soll kurz auf die anatomischen Grundlagen und Zusammenhänge von Wirbelsäule und Rückenmark hingewiesen werden. Besondere Beachtung fanden dabei die Anatomielehrbücher von NICKEL, SCHUMMER, SEIFERLE 1975 und 1977 und MILLER 1979, sowie die Fachbücher der Radiologie von MORGAN 1972 und KEALY 1979.

1.1. Die Wirbelsäule des Hundes

Die Wirbelsäule stellt sowohl architektonisch als auch funktionell eine in sich geschlossene Einheit mit ihrer eigenen anatomisch-physiologischen und pathologischen Problematik dar. Die unterschiedlich geformten Wirbel, Zwischenwirbelscheiben, Bänder und die dazugehörige Muskulatur bilden als Achse des Rumpfes ein funktionell aufeinander abgestimmtes System mit verschiedenen Aufgaben. Als Stützgerüst des Stammes und Verbindung der beiden Extremitätenpaare übernimmt die Wirbelsäule zusammen mit dem Brustkorb eine statische, als Aufnehmer und Überträger von Kräften und Biegemomenten eine dynamische Funktion. Ferner schützt sie das empfindliche Rückenmark gegen traumatische Einflüsse und bildet mit dem Brustkorb und der Bauchmuskulatur einen unterschiedlich elastischen Hängekorb für die Eingeweide. Aus der Kenntnis der besonderen anatomischen Konstruktion sollen Folgerungen auf Prognose und Therapie bei traumatischen Wirbelfrakturen und/oder -luxationen beim Hund abgeleitet werden.

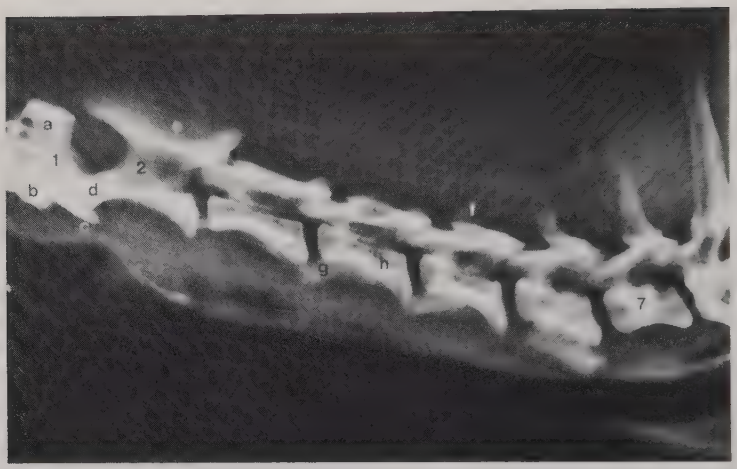
1.1.1. Anatomische Grundlagen

1.1.1.1. Knöcherner Aufbau (allgemein)

Die Wirbelsäule des Hundes setzt sich aus ungefähr 50 Wirbeln zusammen und läßt sich in fünf Abschnitte aufgliedern: die Halswirbelsäule mit 7, die Brustwirbelsäule mit 13, die Lendenwirbelsäule mit 7 (8), das Kreuzbein mit 3 verschmolzenen und die Schwanzwirbelsäule rasseabhängig mit bis zu 23 Wirbeln. Diese Wirbelkette weist vier Krümmungen auf: die kyphotische Kopf-Hals-Krümmung, die lordotische Hals-Brust-Krümmung, die leicht kyphotische Brust-Lenden-Krümmung sowie eine deutlichere kyphotische Lenden-Kreuzbein-Krümmung. Die Krümmungen der Schwanzwirbelsäule variieren je nach Rasse bzw. Rassestandard (Kupieren).

Alle Wirbel zeigen das gleiche Bauprinzip und bestehen aus dem Wirbelbogen (Arcus vertebrae) mit den Wirbelfortsätzen (Processus vertebrae). Korpus und der dorsal gelegene Arcus, zusammengesetzt aus ventralen Pediculus und dorsaler Lamina, bilden zusammen das Foramen vertebrale. Aneinandergereiht formen die Wirbellöcher den Canalis vertebralis, der das Rückenmark mit seinen Häuten umgibt. Die einzelnen Wirbelkörper sind durch Zwischenwirbelscheiben und Bänder miteinander verbunden. Je zwei benachbarte Wirbelbögen bilden lateral ein Foramen intervertebrale, durch das die Nerven und Gefäße des Rückenmarks und seiner Hüllen verlaufen. Die Wirbelfortsätze bestehen pro Wirbel je aus einem dorsal strebenden Proc. spinosus, zwei lateral gelegenen Procc. transversi bzw. costarii und an der Basis des Dornfortsatzes nach kranial bzw. kaudal aus je zwei Procc. articulares craniales bzw. caudales. Alle Wirbelfortsätze dienen zusammen mit dem Wirbelkörper und -bogen hauptsächlich dem Ansatz von Muskeln.

1.1.1.1.1. Halbwirbelsäule

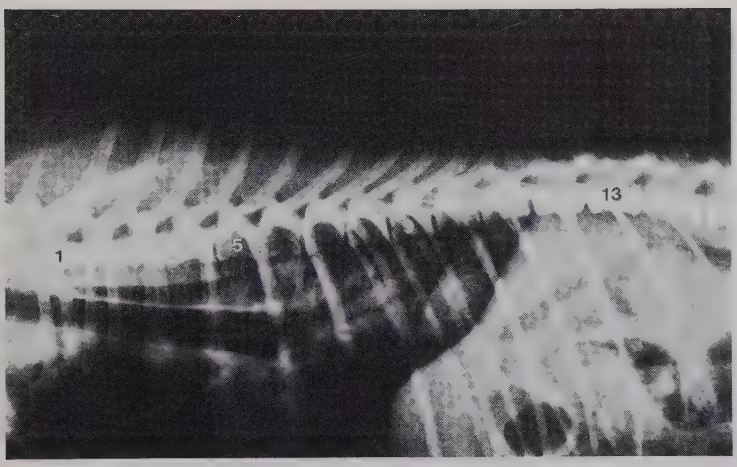


Von den 7 Halswirbeln (1-7) weisen vor allem die ersten beiden Besonderheiten auf. Der Atlas besitzt keinen Wirbelkörper, sondern nur einen dorsalen (a) und einen ventralen (b) Bogen. Der Dornfortsatz ist nur in Form eines Tuberculum dorsale angedeutet, und die Querfortsätze sind zu palpierbaren Alae atlantes (c) umgeformt, die auf jeder Seite von dem auch röntgenologisch sichtbaren For. transversarium durchbohrt werden. Der Körper des Axis oder Epistropheus ist besonders lang und trägt am kranialen Ende den Dens (d). Der kammförmige Dornfortsatz (3), der meist durch die Haut zu ertasten ist, reicht kranial bis über den Atlas und kaudal bis über den dritten Halswirbel. Die nur nach kaudal gerichteten Querfortsätze sind schwach ausgebildet und enthalten je ein Foramen transversarium, das sich röntgenologisch darstellen läßt.

An den restlichen Halswirbeln nimmt nach kaudal hin die Länge des Wirbelkörpers allmählich ab, während die Höhe der Dornfortsätze (f) zunimmt. Die relativ breiten Procc. transversi

sind zu einem kranial gelegenen Tuberculum ventrale (g) und einem kaudal gelegenen Tuberculum dorsale (h) ausgezogen, wobei ersteres am 6. Halswirbel in Form einer Platte, Lamina ventralis (i), erscheint. Der 7. Halswirbel bildet den Übergang zur Brustwirbelsäule, sein Körper erscheint auf dem Röntgenbild verhältnismäßig kurz, sein Dornfortsatz nähert sich an Länge dem des 1. Brustwirbels und er besitzt eine Fovea costalis caudalis. Mit Ausnahme des letzten Halswirbels bilden die Forr. transversaria der Querfortsätze zu jeder Seite der Halswirbelsäule einen Kanal, in dem A., V. und N. vertebralis verlaufen, weshalb sich ein operativer Zugang von lateral nicht empfiehlt.

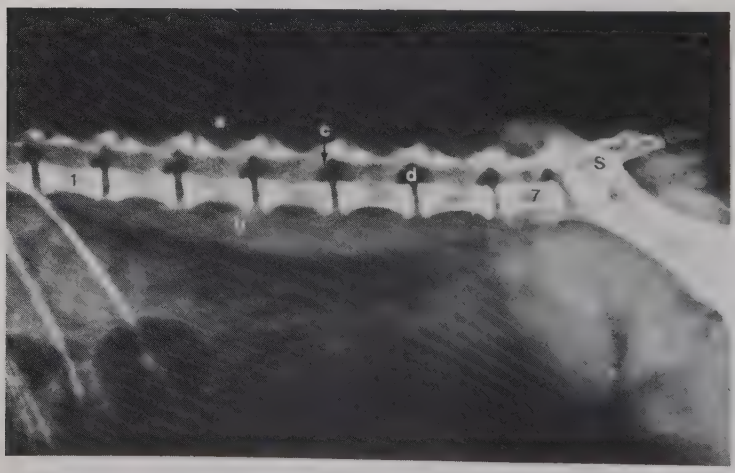
1.1.1.1.2. Brustwirbelsäule



Auf dem Röntgenbild im latero-lateralen Strahlengang erscheinen die Körper der 13 Brustwirbel (1-13) kürzer als die der Hals- und Lendenwirbelsäule. Vor allem in der Mitte der Brustwirbelsäule sind sie gedrungen und schwächer ausgebildet. Ab dem 10. oder 11. Brustwirbel nimmt die Korpuslänge wieder etwas zu. Die

sehr hohen Dornfortsätze sind im Bereich der ersten 6 bis 7 Brustwirbel gleich lang und nach kaudal geneigt. Ihre Länge verringert sich zum 10. Brustwirbel hin, während sie gleichzeitig steiler gestellt werden. Der 10. oder 11. Brustwirbel wird - als der diaphragmatische Wirbel oder Vertebra anticlinalis bezeichnet, da von hier ab die Dornfortsätze nach kranial geneigt sind. Die Spitzen der Dornfortsätze verdicken sich zur Tuberositas proc. spinosi und können durch die Haut palpiert werden. Die Querfortsätze sind sehr kurz, kräftig, und dienen jeweils zusammen mit zwei benachbarten Wirbelkörpern der dorsalen Verankerung der Rippen. An allen Brustwirbeln sind kranial Procc. mamillares ausgebildet, und an den letzten Brustwirbeln finden sich zudem noch kaudal Procc. accessorii.

1. 1.1.1.3. Lendenwirbelsäule



Die Lendenwirbelsäule erscheint auf der Röntgenaufnahme im latero-lateralen Strahlengang mit 7 Wirbel (1 - 7), die bis zum 6. Lendenwirbel nach kaudal an Länge zunehmen. Der etwas

kleinere 7. Lendenwirbel wird auf der seitlichen Röntgenaufnahme von den Darmbeinschaufeln überlagert. Die im vorderen Bereich der Lendenwirbelsäule nach kranial geneigten palpierbaren Dornfortsätze (a) nehmen an Länge bis zum 5. oder 6. Lendenwirbel zu und stehen am 6. oder 7. Lendenwirbel senkrecht. Die Querfortsätze, Procc. costarii (b), sind kräftig, an den Enden etwas verbreitert und nach kranioventral gerichtet. An den ersten Lendenwirbeln sind die kaudalen Hilfsfortsätze (c) noch gut entwickelt, kreuzbeinwärts werden sie immer kleiner, während gleichzeitig die Zitzenfortsätze mit den kranialen Gelenkfortsätzen zu Procc. mamilloarticulares verschmelzen.

Röntgenologisch ist zu beachten, daß die Hilfsfortsätze im seitlichen Röntgenbild die Forr. intervertebralia (d) dorsal überlagern.

1.1.1.1.4. Kreuzbein

Das Os sacrum (S) stellt sich auf dem Röntgenbild aus drei miteinander verschmolzenen Wirbeln dar. Kranial ist es jederseits durch den aus den Querfortsätzen der ersten beiden Kreuzwirbel entstandenen Kreuzbeinflügel (Ala ossis sacri) besonders kräftig ausgebildet, während es sich nach kaudal hin verjüngt. Die nach kaudal geneigten Dornfortsätze sind nur an der Basis miteinander verschmolzen.

1.1.1.1.5. Schwanzwirbelsäule

Die Zahl der Schwanzwirbel variiert je nach Rasse zwischen 6 und 23. Während auf der Röntgenaufnahme im Bereich der kranialen Schwanzwirbelsäule noch alle typischen Wirbelanteile zu erkennen sind, verlieren sich apikalwärts die Fortsätze. Auch der Wirbelbogen ist nicht mehr geschlossen, und der Wirbelkanal bildet nur mehr eine Rinne, die etwa ab dem 8. Schwanzwirbel seicht verläuft. Die Länge der Körper nimmt bis etwa zum 10. Schwanzwirbel zu und dann allmählich ab, bis sie nur

noch wenige Millimeter beträgt. An der Ventralseite sind vom 5. bis 16. Schwanzwirbel Processus hemales ausgebildet, die anfänglich zum Arcus hemalis geschlossen sein können.

1.1.1.1.6. Entwicklung und Fugenschluß

Den nachfolgenden Ausführungen liegen die Arbeiten von HARE 1961; LANGMANN 1974; GERES 1978 und MILLER 1979 zugrunde.

Ein primitives Achsenskelett, die Chorda dorsalis, stellt den Ausgangspunkt für die Entwicklung der Wirbelsäule dar. Chorda und Neuralrohr werden von einer gegliederten Säule aus Mesenchym umgeben. Aus diesen Sklerotomen entwickeln sich die Knorpelkerne der Wirbelkörper als intersegmentale Gebilde. Während des Wachstums verdrängen sie das Chordagewebe, das als Nucleus pulposus des Discus intervertebralis erhalten bleibt. Der laterale Teil des Wirbelknorpels wächst auf jeder Seite, um dorsal den Wirbelbogen und ventrolateral die Wirbelfortsätze zu bilden. Der Proc. spinosus entsteht, nachdem sich beide Anteile des Bogens vereinigt haben. Mit Ausnahme von Atlas und Axis treten ab dem 25. Tag der Gravidität pro Wirbel drei Ossifikationszentren auf, eines für das Korpus und je eines für jede Seite des Arcus. Die Ossifikation im Wirbelkörper ist enchondral, in den Wirbelbögen perichondral. In der 2. bis 4. Woche post partum wird zuerst der kraniale, dann kurz darauf der kaudale Knochenkern für die Epiphysen des Korpus gebildet.

Die kranialen und kaudalen Epiphysen beginnen sich mit dem Korpus während des 7. Monats zu vereinigen. Doch kann dieser Vorgang auch bis zum 9. Monat verzögert sein. Im allgemeinen gilt, daß die Verschmelzung der Epiphysen zwischen dem 11. bis 14. Monat abgeschlossen ist, wobei die Extremitas cranialis zeitlich vor der Extremitas caudalis entsteht.

Die Verschmelzung der Epiphysen mit dem Korpus ist zuerst am kranialen Teil des Axis und an den distalen Coccygealwirbeln festzustellen. Der Prozeß schreitet dann von beiden Enden der Wirbelsäule auf den 5. Brustwirbel zu, an dem der Fugenschluß zuletzt stattfindet. Die Zeitpunkte des Auftretens der Ossifi-

kationskerne und der Verschmelzung der Epiphysenfugen werden in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Zeitpunkt des Auftretens der Ossifikationskerne und des Epiphysenfugenschlusses beim Hund (nach HARE 1961; MILLER 1979)

		Ossifikationszentren		Epiphysenfugenschluß
		Anzahl	Zeitpunkt	Zeitpunkt
3. HW bis 7. LW	Korpus Arcus	3	ab 25.Tag p.c.	3.-4. Monat p.p.
	Epiphysen	2	2.-4. Woche p.p.	7.-14. Monat p.p.
Atlas		3	Partum	4. Monat p.p.
Axis	Korpus Arcus Dens	4	Partum	3. Monat p.p.
	Epiphysen	2	3. Woche p.p.	4.-7.(9.) Monat p.p.
Os sacrum	Korpus	3	40. Tag p.c.	18. Monat p.p.
	Arcus	6	Partum	
	Flügel	2		

p.c.: post conceptionem

p.p.: post partum

1.1.1.2. Verbindung der Wirbel untereinander

1.1.1.2.1. Gelenke

Die einzelnen Wirbelkörper sind über Zwischenwirbelscheiben (Disci intervertebrales) faserknorplig miteinander verbunden. Eine Ausnahme sind die ersten beiden Halswirbel, die zusammen ein Zapfengelenk, die Articulatio atlantoaxialis bilden.Hier findet sich keine Bandscheibe, wohl aber ist eine Gelenkkapsel ausgebildet. Echte Gelenke (Schiebegelenke) verbinden auch

die Wirbelbögen untereinander (Juncturae zygapophyseales). Die von den Procc. articulares caudales bzw. craniales geformten Gelenkflächen bestimmen je nach ihrer Stellung die Bewegungsmöglichkeit der Wirbelsäule. An der Halswirbelsäule sind breite, nahezu horizontal gestellte Gelenkflächen mit weiter Gelenkkapsel zu finden, die eine starke Seitwärtsbewegung des Halses ermöglichen. Nach kaudal hin nehmen an Brust- und Lendenwirbelsäule die Gelenkflächen an Größe und die Gelenkkapseln an Weite ab. Vom 2. oder 3. Brustwirbel an stehen die Gelenkflächen tangential und ab dem 10. Brustwirbel sagittal (AUER 1914; KRÜGER 1927). Dies schränkt die Beweglichkeit nach seitwärts ein. Während im vorderen Teil noch eine gewisse Rotation möglich ist, besteht im kaudalen Teil der Brustwirbelsäule bevorzugt die Möglichkeit zur Flexion und Extension. Auch an der Lendenwirbelsäule sind die Gelenkflächen senkrecht gestellt. Dennoch ist neben einer guten Beweglichkeit in der Vertikalebene auch eine gute Seitwärtsbewegung möglich (LANG 1972). Zwischen dem 7. Lendenwirbel und dem Os sacrum ist keine Bewegung nach lateral möglich (LANG 1972). Die Kreuzwirbel sind untereinander knöchern verbunden und somit unbeweglich. Die Schwanzwirbelsäule zeichnet sich durch eine sehr gute Beweglichkeit nach allen Richtungen aus. Dies ist auf die Verkleinerung bzw. das Fehlen von Gelenkfortsätzen im apikalen Bereich und auf die verhältnismäßig dicken Zwischenwirbelscheiben zurückzuführen.

1.1.1.2.2. Bänder

Zusätzlich sind die Wirbel durch Bänder verbunden, die entweder über mehrere Wirbel hinweglaufen (lange Bänder) oder nur zwischen benachbarten Wirbeln (kurze Bänder) ausgebildet sind. Zu den langen Bändern zählen das Lig. longitudinale dorsale, das am Boden des Wirbelkanals vom 2. Halswirbel bis zu den ersten Schwanzwirbeln verläuft und das Lig. longitudinale ventrale, das vom 8. (9.) Brustwirbel beginnend auf der Ventralseite der Wirbelkörper zum Kreuzbein zieht. Auch das

Nackenrückenband zählt zu den langen Bändern. Es teilt sich beim Hund auf in den Nackenstrang (Funiculus nuchae), der sich vom Kamm des Axis aus bis zum Proc. spinosus des 1. Brustwirbels spannt und dort in das Rückenband (Lig. supraspinale) übergeht, das sich entlang der Procc. spinosi bis zum Ende des Kreuzbeins hinzieht. Der Katze fehlt ein Nackenstrang. Kurze Wirbelbänder finden sich als Zwischenbogenbänder (Ligg. flava), Zwischendornbänder (Ligg. interspinalia) und als zwischen den Querfortsätzen der Lendenwirbel verlaufende Zwischenquerbänder (Ligg. intertransversaria).

Der Atlas wird mit dem Schädel durch die Ligg. lateralia und die Membrana atlantooccipitalis ventralis et dorsalis verbunden. Durch ihre und die Anordnung der Gelenkflächen zeigt sich die Beweglichkeit der Articulatio atlantooccipitale nur in Flexion und Extension ("Ja-Gelenk"). Dagegen besteht die Bewegungsmöglichkeit der Art. atlanto axialis vor allem in einer seitlichen Drehung ("Nein-Gelenk") (GEARY 1967; GENDREAU 1969). Beide Wirbel bilden ein Zapfengelenk und werden durch das Lig. interspinale und die Membrana tectoria miteinander verbunden. Die Bänder, die besonders der Befestigung des Dens dienen, sind das Lig. transversum atlantis und die Ligg. alaria.

Das Kreuzbein verbindet ein straffes Gelenk (Art. sacroiliaca) mit dem Darmbein und das Lig. sacrotuberale mit dem Sitzbeinhöcker.

1.1.1.2.3. Muskulatur

Die verschiedenen Muskeln, die der Wirbelsäule unmittelbar angelagert sind, wirken als Strecker, Beuger, Seitwärtsbieger und Dreher. Einmal sind es langgezogene Muskeln, die über größere Abschnitte der Wirbelsäule ziehen und zum anderen kurze Muskeln, die nur von einem Wirbel zum nächsten Wirbel reichen. An der Bewegung der Wirbelsäule beteiligen sich außerdem noch die Beckengürtel- und die Bauchmuskulatur. Die Beckengürtelmuskulatur kann die Lendenwirbelsäule fixieren oder beugen,

während die Bauchmuskulatur an der Biegung der Wirbelsäule nach ventral durch Zug am Becken beteiligt ist.

1.1.2. Funktionelle Betrachtung

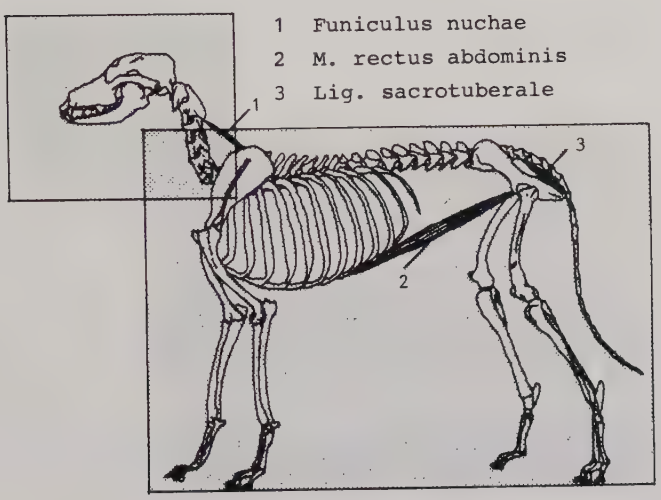
Die spezielle Struktur des Stammes, anatomisch bestehend aus Knochen, Bändern und Muskeln, ist Voraussetzung für seine besonderen statischen und dynamischen Eigenschaften. Biomechanisch gesehen ist die Wirbelsäule als komplexer Verspannungsapparat aufzufassen, in dem sich Druck-, Zug- und Scherkräfte sowohl in der Ruhe- oder Standphase (Statik) als auch in der Bewegung (Dynamik) in einem Gleichgewicht befinden.

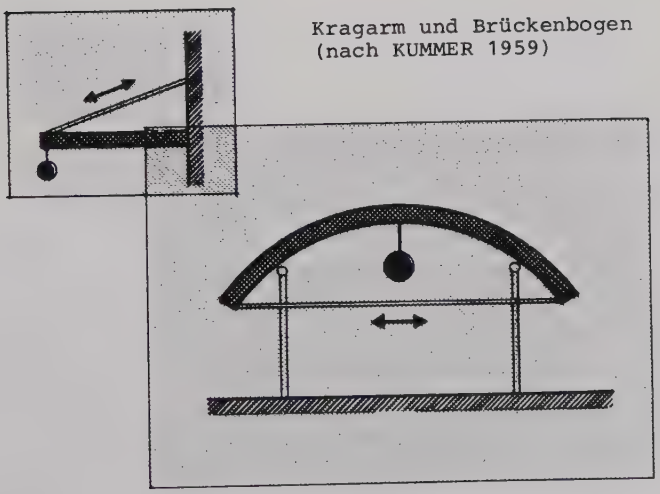
1.1.2.1. Statik

Um die Gesamtkonstruktion der Wirbelsäule bei vierbeinigen Säugetieren zu erklären, wurde die bauliche Konstruktion eines Brückenbogens als Vergleich aus der Statik herangezogen. Dazu eignet sich besonders die auf BARTHEZ 1798 zurückgehende und von STRASSER 1913 weiterentwickelte "Bogen-Sehnen-Theorie", die dann besonders von SLIJPER 1946 vervollkommnet wurde (KUMMER 1959), wobei auch auf die Unzulänglichkeit einer "biologischen Konstruktion" im technischen Sinne hingewiesen wird. (Abbildung 1).

Abb. 1: Bogen-Sehnen-Theorie nach SLIJPER 1946

Schematische Darstellung des Hundeskeletts mit statisch wichtigen Bauelementen des Stammes (nach NICKEL et al. 1977)





Kragarm und Brückenbogen (nach KUMMER 1959)

Der elastische Bogen wird hierbei von den Wirbelkörpern der Brust- und Lendenwirbelsäule gebildet und erhält seine Eigenspannung durch die Zwischenwirbelscheiben, die Bänder und die Rückenmuskulatur besonders durch den M. longissimus dorsi. Als Sehne,durch die der Bogen verspannt wird, ist der M. rectus abdominis und die Linea alba in Verbindung mit den kranialen bzw. kaudalen Ansatzpunkten (dem Sternum bzw. dem Schambein) anzusehen. Die Rippen und das Darmbein stellen die Verbindung zur Wirbelsäule bzw. dem Bogen her. Dadurch wird der "Sehne", auf der das Gewicht der Eingeweide liegt, ein Teil der Last abgenommen. Dieser Teil versucht den "Bogen" zu strecken, was jedoch durch den Widerstand der "Sehne" verhindert wird. Der andere Teil des Gewichts lastet direkt auf der ventralen Bauchdecke und trägt damit zur Spannung des Bogens bei. Der aktive Zug der Rückenmuskulatur wirkt dem wiederum entgegen. Diese Kräfte sind gegeneinander ausbalanciert und je nach Situation überwiegt die eine oder die andere. Hierbei wird die Wirbelkörperkette auf Längsdruck beansprucht (KUMMER 1959), entgegen der von SLIJPER 1946 angenommenen Biegebeanspruchung.

Die Dornfortsätze übernehmen die Funktion von Hebelarmen für die an ihnen ansetzenden Muskelgruppen. Die Richtung der Dornfortsätze wird durch die Resultierende aus den Zugkräften der an ihnen inserierenden Bändern und Muskeln bestimmt. Die beste Kraftübertragung ist bei einem Winkel von 90° zwischen Dornfortsatz und Muskel erreicht (SLIJPER 1946).

Die Konstruktion der Halswirbelsäule gleicht einem mit Zugverspannung an der Mauer befestigten Freiträger (SLIJPER 1946) oder Kragarm (KUMMER 1959). Die gesamte Zugspannung, die hauptsächlich durch das Gewicht des Kopfes entsteht, wird von der dorsalen Zuggurtung (Funiculus nuchae, lange Nackenmuskeln) aufgenommen. Auf der nach ventral durch die Mm. scaleni verspannten Wirbelkörperkette lastet dadurch in axialer Richtung eine Druckspannung (siehe Abbildung 1).

Auch dem Kreuzbein und den Schwanzwirbeln kommt statisch eine Bedeutung zu. Durch das straffe Iliosakralgelenk und das am Ende des Os sacrum bzw. am ersten Schwanzwirbel inserierende Lig.sacrotuberale, sowie den Schwanzmuskeln entsteht am kaudalen Ende des Rumpfes eine doppelte Verspannung. Dies ist nicht nur zum Ausbalancieren wichtig, sondern auch zur Übertragung von Schubkräften der Hintergliedmaße über das Ileosakralgelenk auf den Stamm (siehe Abbildung 1).

1.1.2.2. Dynamik

Da bei den Fleischfressern infolge einer hochkonzentrierten Fleischnahrung die Wirbelsäule in ihrer Funktion als Hängekorb für die Eingeweide weniger durch Futtermassen belastet ist als bei den Pflanzenfressern, bietet auch die relativ lange und bewegliche Lendenpartie (Relation Brust- zur Lendenwirbelkette beim Hund 1 : 1, Pferd 2 : 1) genügend Stabilität. Durch diese Beweglichkeit kann die Lendenwirbelsäule zusätzlich in den Bewegungsvorgang, insbesondere beim Galopp, eingeschaltet werden (KOSUBEK 1962). Der Brückenbogen wird durch die Kontraktion der Bauch - und der inneren Lendenmuskulatur maximal dorsalkonvex aufgekrümmt. Dadurch wird es der Hinterhand ermöglicht, weit nach vorne zu greifen und dann mit Hilfe der Rückenstrecker den vorher gespannten Bogen der Rumpfbrücke nach vorn schnellen zu lassen. Die Wirbelsäule ist dann maximal dorsalkonkav durchgebogen, damit auch die Vordergliedmaßen weit nach vorne ausholen können (SEIFERLE 1977). LANG 1972 sieht im Thorakolumbalbereich, zwischen dem 12. Brust- und 1. oder 2. Lendenwirbel, die größte Beweglichkeitsbeanspruchung.

1.2. Das Rückenmark des Hundes

1.2.1. Anatomische Grundlagen

1.2.1.1. Die Hüllen des Rückenmarks

Das Rückenmark (Medulla spinalis) wird im Wirbelkanal von drei verschiedenen Rückenmarkshäuten (Meninges) umgeben: der Pia mater, der Arachnoidea und als äußerste Hülle der Dura mater oder Pachymeninx. Zwischen den weichen Rückenmarkshäuten (Leptomeninx) befindet sich das mit Liquor cerebrospinalis gefüllte Cavum subarachnoidale, das im Spatium atlantooccipitale et lumbosacrale seine größte Ausdehnung hat. Durch die Ligg. denticulata, die lateral je zwischen zwei Rückenmarksegmenten an der Pia mater entspringen, sowie durch die Wurzeln der Spinalnerven, wird das Rückenmark im Duraschlauch sozusagen aufgehängt (HEILIGTAG 1938). Neben der seitlichen Verspannung durch die Durascheiden der Spinalnervenwurzeln ist der Duraschlauch durch unregelmäßig verteilte Bindegewebszüge an der Endorhachis der Wirbelbögen verankert (SEIFERLE 1975). Zwischen der Dura mater und der Endorhachis, der Periostauskleidung des Wirbelkanals, liegt das mit lockerem, fettreichem Bindegewebe und den Wirbelblutleitern angefüllte Spatium epidurale. Spatium epidurale und Cavum subarachnoidale helfen, einem Flüssigkeitskissen nicht unähnlich, das empfindliche Rückenmark vor äußeren mechanischen Einwirkungen oder lokalen Drucksteigerungen zu schützen.

1.2.1.2. Lage im Wirbelkanal

Diese oben beschriebene Art der Aufhängung fixiert einerseits das Rückenmark im Wirbelkanal, ermöglicht aber zum anderen eine gewisse notwendige Verschieblichkeit, was im Hinblick auf die Beweglichkeit der Wirbelsäule von Bedeutung ist. Das Rückenmark verläuft nicht in der Mittelachse der Wirbelsäule, sondern etwas dorsal von ihr, da das Zentrum der Bewegung in der Wirbelkörperkette selbst liegt. Eine Flexion der Wirbelsäule führt deshalb zu einer Verlängerung des Spinalkanals,

während bei einer Extension eine Verkürzung festzustellen ist. Innerhalb gewisser Grenzen kann das elastische Rückenmark seine Lage im Wirbelkanal verändern und sich durch Streckung bei der Flexion und Verkürzung bei der Extension an die jeweils vorhandenen Zug- bzw. Druckkräfte anpassen. Diese Elastizität ist aber nur in axialer Richtung gegeben. In horizontaler Richtung reagiert das Rückenmark sehr empfindlich auf die Einwirkung von Kräften (WÖRSDORFER 1980; WOLVEKAMP 1981). Nach PARKER 1974 soll im Vergleich zum Menschen oder zur Katze das Rückenmark des Hundes den Wirbelkanal mehr ausfüllen. HOERLEIN 1979 gibt an, daß ca. 80 % des Wirbelkanals beim Hund vom Rückenmark ausgefüllt wird. Ein etwas größerer Spielraum ist im Bereich der Halswirbelsäule (STONE 1979), und da besonders kranial des 2. Halswirbels (MORGAN 1972) zu finden. Ab dem 5. Lendenwirbel (entsprechend Rückenmarksegment L_7) findet sich wieder mehr Raum, da sich das Rückenmark nach kaudal zum Conus medullaris verjüngt (LINSERT 1935; HEILIGTAG 1938; FLETCHER und KITCHELL 1966). Den geringsten Freiraum dürfte das Rückenmark im Bereich der auch am wenigsten beweglichen Brustwirbelsäule haben.

Ferner beschreibt MORGAN 1972, daß bei Hunden der chondrodystrophischen Rassen der Wirbelkanal im Verhältnis zum Durchmesser des Rückenmarks kleiner ist. Darin stimmt er mit GERES 1977 überein, der die Verengung des Wirbelkanals bei Chondrodystrophikern mit einer Verkürzung der Wirbelbögen an der Bogenwurzel begründet. Bei nicht chondrodystrophischen Rassen bzw. bei Hunden großer Rassen (WOLVEKAMP 1981) dagegen ist der subarachnoidale und auch der epidurale Raum vergleichsweise größer.

Über die Ausdehnung des Rückenmarks in der Längsrichtung (Segmenttopographie) gibt es in der Literatur unterschiedliche Angaben. Das Rückenmark des Hundes erstreckt sich vom 1. Halswirbel bis ungefähr zum 7. Lendenwirbel (SEIFERLE 1975), um dann im sogenannten Filum terminale auszulaufen. Kleinwüchsige Hunde (weniger als 7 kg) haben ein relativ längeres Rük-

kenmark (MILLER 1979). Deshalb endet das Rückenmark bei diesen Hunden am Übergang vom 7. Lendenwirbel zum Kreuzbein, während es bei großen Hunderassen nur bis zum Anfang des 7. Lendenwirbels reicht (FLETCHER 1966). Auch kann für die Lokalisation der vorderen Rückenmarksegmente bei kleinen Hunden eine gewisse kaudale Verschiebung im Vergleich zu mittleren bis großen Rassen angenommen werden. Wahrscheinlich erklären sich aus diesen Rasseunterschieden die unterschiedlichen Angaben zur Lage der Rückenmarksegmente in der Literatur (FLETCHER 1966).

Während der prä- und postnatalen Entwicklung wächst die Wirbelsäule schneller in die Länge als das Rückenmark und es kommt zum Ascensus medullae spinalis (LINSERT 1935). Ursprünglich verließen die Spinalnerven in der Höhe ihres Ursprungssegments den Wirbelkanal, aber infolge der scheinbaren kranialen Verlagerung des Rückenmarks verlaufen sie erst schräg nach kaudal, um dann durch die entsprechenden Foramina intervertebralia auszutreten (siehe Abbildung 2 und 3).

Abb. 2: Schematische Darstellung der Lokalisation der Rückenmarksegmente zu den Wirbeln (in Anlehnung an FLETCHER und KITCHELL 1966)

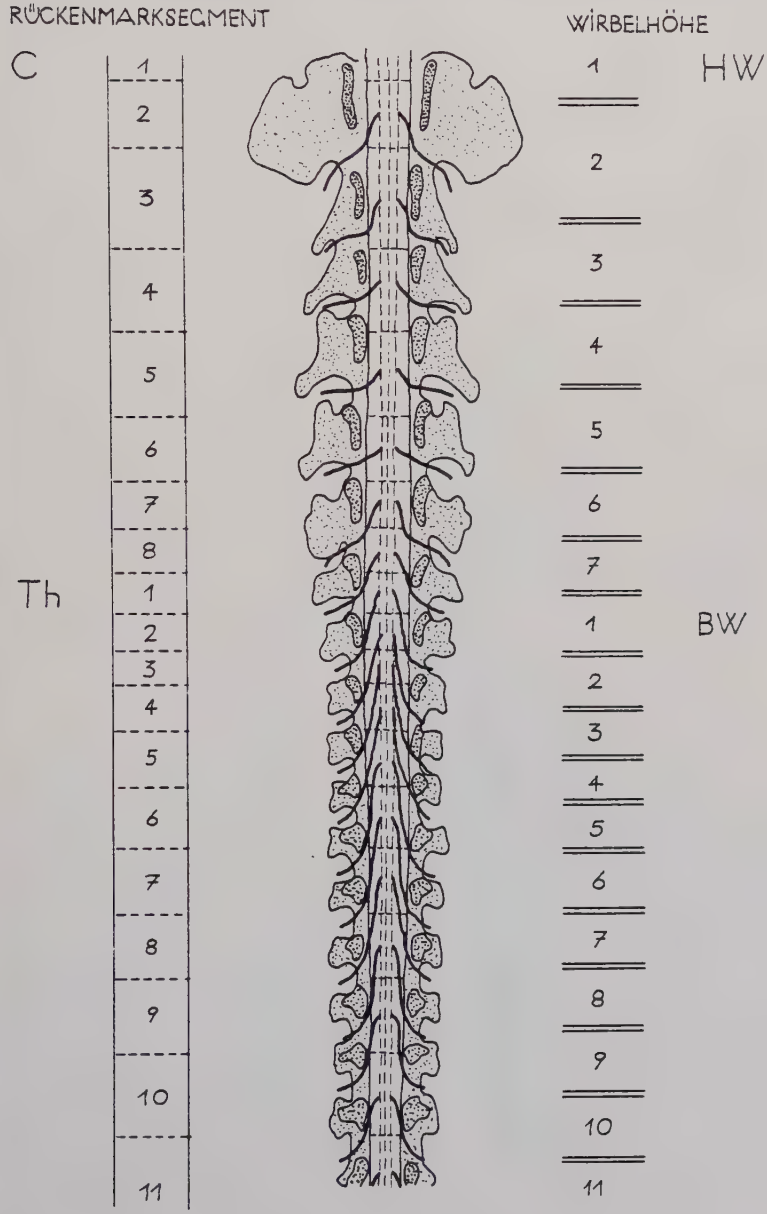
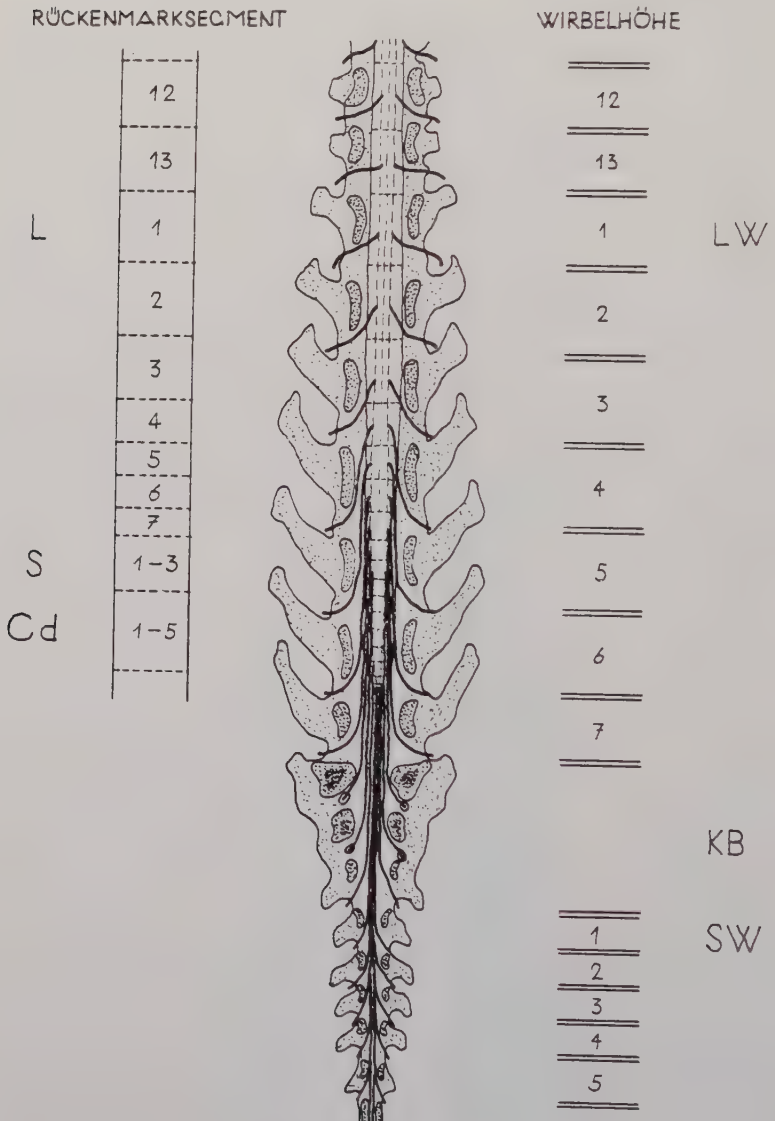


Abb. 3: Schematische Darstellung der Lokalisation der Rükkenmarksegmente zu den Wirbeln (in Anlehnung an FLETCHER und KITCHELL 1966)



Die Lokalisation der einzelnen Rückenmarksegmente zu den Wirbeln untersuchten besonders LINSERT 1935; THIEL 1941 und FLETCHER und KITCHELL 1966. Danach liegen nur das 1. Cervikal-, die beiden letzten Thorakal- und die ersten 2 oder 3 Lumbalsegmente in ihrem zahlenmäßig zugeordneten Wirbel, während die übrigen Rückenmarksegmente kranial davon zu liegen kommen. Besonders wichtig ist dies im Bereich der Lendenwirbelsäule, wo durch zunehmende Verkürzung der Segmente die größte Kranialverlagerung entsteht. Die Zuordnung der Rükkenmarksegemente zu den jeweiligen Wirbeln läßt sich aus Abbildung 2 und 3 entnehmen.

Zur Einteilung des Rückenmarks in Segmente ist die Grenze zwischen zwei Segmenten auf die Mitte zwischen den Ursprüngen von zwei aufeinanderfolgenden Spinalnerven festgelegt worden (THIEL 1941). Der Segmenttopographie kommt vom klinischen Standpunkt aus große Bedeutung zu (Segmentdiagnose), denn sie ermöglicht eine genaue Feststellung, in welcher Höhe bzw. Ausdehnung eine Verletzung das Rückenmark geschädigt hat. Funktionell muß das Rückenmark wie das gesamte Nervensystem als eine Einheit gesehen werden.

1.2.2. Innerer Aufbau und Funktion des Rückenmarks

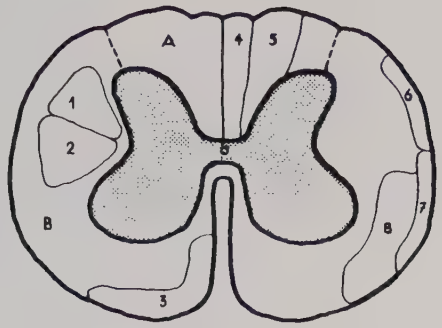
Auf dem beim Hund mehr rundlichen Querschnitt durch das Rükkenmark erkennt man die etwa schmetterlingsförmige graue Substanz (Substantia grisea), die von der weißen Substanz (Substantia alba) umgeben ist. Je nach Rückenmarksegment, in dem der Querschnitt betrachtet wird, ändert sich das Verhältnis von grauer zu weißer Substanz (WAIBL 1973). Die graue Substanz ist besonders im Bereich der Extremitätenversorgung gut ausgebildet, ebenso wie sie beim Kreuz- und Schwanzmark den größeren Anteil stellt. Dagegen tritt die weiße Substanz nach kranial hin immer mehr in den Vordergrund. In seiner gesamten Länge wird das Rückenmark vertikal von der Fissura mediana ventralis bzw. dem vom Sulcus medianus dorsalis ausgehenden Septum dorsale medianum in zwei Hälften gleichen Aufbaus geteilt.

1.2.2.1. Die weiße Substanz des Rückenmarks

Das weiße Mark unterteilt sich in den Dorsalstrang (Funiculus dorsalis) und den Ventrolateralstrang (Funiculus ventrolateralis). Der Hauptbestandteil der weißen Substanz besteht aus markhaltigen Nervenfasern, die die Verbindung zwischen einzelnen Rückenmarksegmenten (kurze Bahnen) und zum Gehirn (lange Bahnen) herstellen. Diese werden als aufsteigende (aszendierende) Leitungsbahnen, Faserbündel, bezeichnet, die vom Rückenmark zum Gehirn führen, während als absteigende (deszendierende) Bahnen diejenigen benannt werden, die vom Gehirn zum Rückenmark verlaufen (siehe Abbildung 4 und siehe S. 24 oben).

Die auf- und absteigenden Nervenbahnen der weißen Substanz des Rückenmarks haben die Aufgabe, den höheren Zentren des Zentralen Nervensystems Informationen zukommen zu lassen bzw. Impulse von dort an die efferenten Wurzelzellen weiterzuleiten (Leitungsapparat des Rückenmarks).

Abb. 4: Schematisierter Aufbau der weißen Substanz des Rückenmarks



A Funiculus dorsalis

B Funiculus ventrolateralis

Deszendierende Leitungsbahnen

1 Pyramidenbahn
2 laterale extrapyramidale Bahnen
3 ventrale extrapyramidale Bahnen

Aszendierende Leitungsbahnen

4 Fasciculus gracilis
5 Fasciculus cuneatus
6 Tractus spinocerebellaris dorsalis
7 Tractus spinocerebellaris ventralis
8 Tractus spinothalamicus

1.2.2.2. Die graue Substanz des Rückenmarks

Im Querschnitt kann die graue Substanz unterteilt werden in das dorsal gelegene Horn (Cornu dorsale), das über ein Zwischenteil (Pars intermedia) mit dem ventral gelegenen Horn (Cornu ventrale) in Verbindung steht. Seitlich des Zwischenteils findet sich im Brust- und vorderen Lendenbereich ein kleineres Seitenhorn (Cornu laterale). Die Verbindung zwischen der linken und rechten Rückenmarkhälfte bildet ein Querbalken, die Substantia intermedia centralis.

Hauptbestandteil der grauen Substanz sind verschiedene multipolare Ganglienzellen, die zu einzelnen Rückenmarkskernen zusammengelagert sind. Im Dorsalhorn werden die afferenten, über die Radix dorsalis der Spinalnerven eintreffenden sensiblen Bahnen entweder auf motorische Neurone des ventralen Horns (Teil des Reflexbogens) umgeschaltet oder mit hirnwärts laufenden Leitungsbahnen des Markmantels verbunden. Im Ventralhorn liegen neben vielen Schaltneuronen die Wurzelzellen der efferenten, motorischen Bahnen, die über die Radix ventralis das Rückenmark verlassen und den motorischen Anteil der peripheren Nerven stellen.

Funktionell wird dieser Teil des Rückenmarks (graue Substanz und die direkt anliegenden Segmentverbindungen) als der Eigen- oder Elementarapparat bezeichnet. Er zeichnet sich durch eine gewisse Selbständigkeit aus, da er fähig ist, Impulse von peripheren Nerven aufzunehmen und direkt zu beantworten, ohne übergeordnete Zentren einzuschalten. Somit bildet er einen wesentlichen Bestandteil des Reflexbogens (siehe auch Seite 34 ff. und Abbildung 6).

1.2.3. Spinalnerven

Beim Hund entspringen beiderseits des Rückenmarks je 36 (37) Spinalnervenpaare (Nervi spinales), $C_1 - C_8$, $Th_1 - Th_{13}$, $L_1 - L_7$, $S_1 - S_3$ und $Cd_1 - Cd_{5/6}$. Jeder Spinalnerv wird von einer dorsalen und einer ventralen Wurzel gebildet. Diese wiederum ist aus einer Vielzahl feiner Wurzelfäden zusammengesetzt, die jeweils auf der dorso- bzw. ventrolateralen Seite das Rückenmark verlassen. Dorsal- und Ventralwurzel treten zwar getrennt durch die Dura mater spinalis unter Mitnahme einer Durascheide nach lateral (HEILIGTAG 1938), vereinigen sich aber wieder kurz vor oder bei ihrem Austritt aus dem Foramen intervertebrale zum Truncus nervi spinalis. Die Dorsalwurzel, die kurz vor dem Truncus nervi spinalis das Ganglion spinale enthält, führt hauptsächlich afferente, sensible Fasern. Die Ventralwurzel enthält zum größten Teil efferente, motorische Fasern und der Truncus nervi spinalis maximal gemischte Fasern mit vegetativen Anteilen. Dieser entläßt nach kurzer Zeit einen gemischten Ramus dorsalis und ventralis und einen Ast für den sympathischen Grenzstrang. Die dorsalen Äste versorgen im wesentlichen die Körperpartien dorsolateral der Wirbelsäule, wobei die Querfortsätze als ungefähre Grenze angesehen werden können, während die ventralen Äste an Muskeln und Haut ventrolateral der Wirbelsäule herantreten, also auch die Gliedmaßen innervieren.

1.2.4. Myotome und Dermatome

Der Muskel bzw. die Muskelgruppe, die von einem Rückenmarksegment innerviert werden, werden als Myotome bezeichnet (FLETCHER 1970). Das von einer einzigen Rückenmarkswurzel versorgte sensible Hautareal wird Dermatom genannt (FLETCHER 1966). Myotome und Dermatome sind entsprechend ihres segmentalen Ursprungs am Rumpf zebrastreifenförmig verteilt. An den Gliedmaßen ist diese regelmäßige Anordnung, bedingt

durch die embryonale Aussprossung der Extremitätenknospen im rechten Winkel zur Längsachse des Körpers, fast aufgehoben (siehe Seite 44, Abbildung 7). Der Unterschied zwischen der radikulären Innervation (= Dermatom, Myotom) gegenüber der peripheren Innervation (= Hautnerv, Muskelnerv) entsteht an den Extremitäten durch die Plexusbildung und den dadurch bedingten Faseraustausch.

Aufgrund von bestimmten sensiblen und motorischen Ausfallerscheinungen bzw. Reflexstörungen kann klinisch auf das bzw. die betroffenen Rückenmarksegmente geschlossen werden (siehe auch Seite 40 ff. und Tabelle 6).

2. DIAGNOSTIK

Frakturen und/oder Luxationen der Wirbelsäule mit Ausnahme einer Verletzung der Halswirbelsäule sind selten lebensbedrohlich. Da allerdings einer Verletzung der Wirbelsäule meistens ein heftiges Trauma vorausgeht, steht die Überprüfung der Vitalfunktionen, Atmung und Kreislauf, an erster Stelle. Sofortige Sicherstellung der Atmung, gegebenenfalls beim bewußtlosen Patienten, Intubation und O_2-Beatmung, sowie die Einleitung einer Schockbehandlung sind die ersten therapeutischen Maßnahmen. Die weitere Untersuchung des Patienten sollte erst dann durchgeführt werden, wenn sich Atmung und Kreislauf stabilisiert haben und weitere lebensbedrohliche Verletzungen, wie z.B. starke Blutungen, eine perforieren - de Thoraxverletzung o.ä., provisorisch versorgt sind (OLIVER 1972; STAIMER 1981; ARCHIBALD et al. 1981). Findet sich im Laufe weiterer Untersuchungen auch eine Traumatisierung des Zentralen Nervensystems, so trägt sowohl die verbesserte O_2-Versorgung als auch die Schockbehandlung entscheidend zur Vermeidung des durch Hypoxie entstehenden Hirn- oder Rückenmarködems bei. Die Infusionstherapie muß dabei genau überwacht werden, da eine Überhydratation die Gefahr eines Ödems des Zentralen Nervensystems begünstigen kann (OLIVER 1972; ARCHIBALD et al. 1981).

Bei der Diagnose von Wirbelsäulenverletzungen kommen der klinisch-neurologischen und der röntgenologischen Untersuchung größte Bedeutung zu. Hierdurch wird die Fraktur bzw. Luxation lokalisiert und das Ausmaß der Rückenmarkschädigung festgestellt. Während der Untersuchung ist auf die bestmögliche Ruhigstellung der Wirbelsäule zu achten. Am besten erfolgt der Transport des Tieres in Seitenlage auf einem Brett (OLIVER 1972). Auch während der klinischen und neurologischen Untersuchung sowie der Röntgenuntersuchung sollte der Patient in dieser Lage bleiben (BAILEY und HOLLIDAY 1975; DE LAHUNTA

1977). Von einer Sedation ist abzusehen, da sie erstens die neurologische Untersuchung beeinträchtigt, zweitens den meist vorliegenden Schockzustand negativ beeinflußt und drittens, sollte eine Operation erforderlich werden, das Narkoserisiko erhöht (BAILEY und HOLLIDAY 1975).

2.1. Die klinisch-neurologische Untersuchung

Nachdem cerebrale bzw. cerebellare Störungen (Bewußtlosigkeit, kein Pupillarreflex, Miosis - später Mydriasis -, Anisokorie, Nystagmus, Nickhautvorfall, Hyposphagma) und Bewegungsunfähigkeit infolge eines ausgeprägten Schocks oder Frakturen der Extremitäten und des Beckens ausgeschlossen sind, gilt die weitere Untersuchung einer Verletzung der Wirbelsäule bzw. des Rückenmarks (OLIVER 1972; BAILEY und HOLLIDAY 1975; HOERLEIN 1978).

Tabelle 2: Untersuchung der Wirbelsäule bei Verdacht auf eine Fraktur und/oder Luxation

1. Adspektion
2. Palpation
3. Neurologische Untersuchung
   - 3.1. Motorik
   - 3.2. Sensibilität
   - 3.3. Reflexe
4. Röntgenuntersuchung

Durch die Adspektion und vorsichtige Palpation der Wirbelsäule ebenso wie durch eine Röntgenuntersuchung kann direkt, durch die neurologische Untersuchung des Rückenmarks indirekt, auf eine Fraktur und/oder Luxation geschlossen werden.

2.1.1. Adspektion

Bei der Adspektion ist besonders auf pathologische Verkrümmungen der Wirbelsäule nach oben (Kyphose), nach unten (Lordo-

se) und nach seitwärts (Skoliose) zu achten (AUTEFAGE et al. 1980).

2.1.2. Palpation

Während der Patient in Seitenlage verbleibt, wird vorsichtig die Wirbelsäule entlang den Dornfortsätzen durchpalpiert. Eine dabei festgestellte Krepitation, Stufenbildung oder Schmerzhaftigkeit kann ein wichtiger Hinweis auf die Lokalisation der Verletzung sein (OLIVER 1972; BAILEY und HOLLIDAY 1975; AUTEFAGE et al. 1980).

2.1.3. Neurologische Untersuchung des Rückenmarks

Selbst wenn bei einem Hund mit Rückenmarkverletzung eine schlaffe Lähmung der Hintergliedmaßen für den Untersucher offensichtlich ist, sollte immer eine vollständige neurologische Untersuchung des Rückenmarks vorgenommen werden. Allzu leicht können sonst zusätzliche, weiter kranial liegende Verletzungen mit weniger ausgeprägten Symptomen übersehen werden (OLIVER 1972; BAILEY und HOLLIDAY 1975).

2.1.3.1. Motorik

Der motorische Funktionsverlust einer Extremität (Monoplegie), beider Hinterextremitäten (Paraplegie) oder aller vier Gliedmaßen (Tetraplegie) wird als Lähmung bezeichnet. Je nach Ausmaß unterscheidet man zwischen einer vollständigen Lähmung (Paralyse) und einer unvollständigen (Parese); je nach Spannungszustand (Tonus) der Muskulatur zwischen einer schlaffen und einer spastischen Lähmung (PSCHYREMBEL 1975; BROSER 1981).

An jeder Extremität wird durch Palpation der Tonus der Muskulatur, die passive Beweglichkeit der Gliedmaße, sowie ihr Widerstand gegen die Schwerkraft geprüft. Von einer Prüfung des Stehvermögens sollte vorerst abgesehen werden, um das Rückenmark bei einer instabilen Verletzung nicht noch mehr zu schädigen.

Tabelle 3: Einige Unterscheidungsmerkmale zwischen spastischer und schlaffer Lähmung

	spastische Lähmung	schlaffe Lähmung
passive Beweglichkeit	vermindert	erhöht
Muskeltonus	erhöht	vermindert
Reflexe	verstärkt	vermindert
Lokalisation der Läsion	Hirnrinde oder Leitungsbahn	Ventralhorn oder peripherer Nerv

Die Unterscheidung zwischen spastischer und schlaffer Lähmung ist im Hinblick auf die Lokalisation der Verletzung von Bedeutung. Eine schlaffe Lähmung spricht für eine Läsion im Versorgungsgebiet der jeweiligen Gliedmaßen. Bei einer spastischen Lähmung liegt die Ursache meist kranial des Versorgungsgebietes der betroffenen Extremitäten.

Durch die Verletzung der descendierenden Leitungsbahnen für die Motorik, dem Tractus cortico-spinalis bzw. der Pyramidenbahn, fehlt der regulierende Einfluß auf den Muskeltonus, wodurch es zur Ausbildung einer Spastik kommt. Eine Ausnahme bildet das sogenannte Schiff-Sherrington-Phänomen. Hier liegt bei schlaffer Lähmung der Hinterhand und Spastik der Vorderextremitäten eine Verletzung zwischen den Rückenmarksegmenten Th_3 bis L_3 vor (vgl. Lokalisation Seite 45 ff.). Im Bereich des Lendenmarks liegen Neurone, die eine hemmende Wirkung auf den Muskeltonus der Extensoren der Vordergliedmaße ausüben. Bei einer schweren Rückenmarkschädigung wird diese Verbindung zur Vorderextremität unterbrochen, wodurch es zur Ausbildung dieses Phänomens kommt. Die Vordergliedmaßen zeigen, abgesehen von der Hypertonie, eine normale neurologische Funktion (PARKER 1974; DE LAHUNTA 1977).

2.1.3.2. Sensibilität

Unter Sensibilität versteht man eine Summe von verschiedenen Sinnesempfindungen, die nicht vom Auge, Ohr oder von den Apparaten des Geschmacks und Geruchs stammen (PSCHYREMBEL 1975). Man unterscheidet die Oberflächensensibilität, die von der Haut ausgeht und sich in Tast- oder Berührungs- (Ästhesie), Schmerz- (Algesie) und Temperaturempfindung (Thermästhesie) unterteilt, von der Tiefensensibilität, einer Sinnesempfindung, die von tieferliegenden Geweben, wie Muskeln, Sehnen, Knochen und Gelenken ausgeht und Angaben über die Lage und Stellung der Extremitäten (Lagesinn, Propriozeption), ihrer Bewegung (Kinästhesie), sowie deren Energie (Kraftsinn) ermöglicht (PSCHYREMBEL 1975; BROSER 1981).

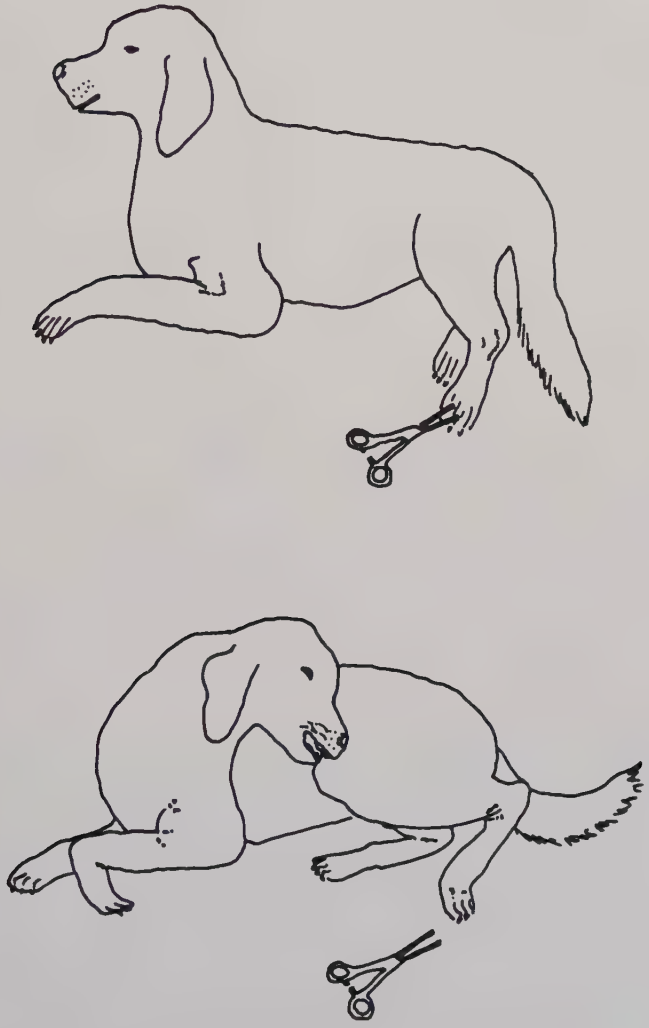
Mit Hilfe der Oberflächensensibilität lassen sich am Tierkörper bestimmte Hautfelder (Dermatome) abgrenzen, die für die Lokalisation einer Läsion von Bedeutung sein können (siehe Seite 43 und Abbildung 7). Entscheidend bei der Sensibilitätsprüfung ist die Fähigkeit des Gehirns, die ihm über die aszendierenden Leitungsbahnen des Rückenmarks zugetragenen Impulse mit bewußten Empfindungen (z.B. Schmerzreaktion) zu beantworten. Verminderte bis fehlende Sensibilität bei vorhandenen Reflexen bedeutet, daß zwar die sensible Nervenleitung zum Rückenmark intakt ist (sensibler Anteil des Reflexbogens, siehe Seite 34), aber die Weiterleitung zum Gehirn im Bereich der aszendierenden Leitungsbahnen eine Unterbrechung aufweist. Da den Tieren die Möglichkeit der verbalen Mitteilung des Empfundenen fehlt, kann die Prüfung des sensiblen Nervensystems nicht so differenziert stattfinden wie beim Menschen. Im wesentlichen beschränkt sie sich auf die objektivierbaren Bereiche Schmerzempfindung (Oberflächensensibilität) und Lagesinn (Tiefensensibilität) (BAILEY und HOLLIDAY 1975; HOERLEIN 1978).

2.1.3.2.1. Schmerzempfindung

Der Weg der Schmerzempfindung verläuft von der Haut (= Effektor) über den peripheren Nerven in die Dorsalwurzel des Rükkenmarks. Dort wird der Impuls auf ascendierende Leitungsbahnen umgeschaltet, wobei der Tractus spinothalamicus lateralis besonders beteiligt ist, und gelangt so in den Thalamus bzw. in die Großhirnrinde. Dort löst der schmerzhafte Stimulus Abwehrreaktionen (Hund wendet sich um, jault, versucht zu beißen) aus. Eine positive Reaktion auf den Schmerzreiz, z.B. das feste Kneifen einer Zehe mit einer Klemme, Nadelstiche oder elektrische Reizung, kann von seiten des Tieres also nur erfolgen, wenn zusätzlich zum intakten Dorsalhorn (Teil des Reflexbogens) auch die Leitungsbahn zum Gehirn funktionsfähig ist. Dies ist für die Prognose von großer Bedeutung, da so ein vollständiger Abriß des Rückenmarks ausgeschlossen werden kann.

Das bloße Anziehen der jeweiligen Gliedmaße gilt nicht als positive Schmerzreaktion, da es auch durch den Flexorreflex bedingt sein kann (siehe Abbildung 5).

Abb. 5 : Abwehrreaktionen eines Hundes bei vorhandener Schmerzempfindung



2.1.3.2.2. Tiefensensibilität

Mit Hilfe des Lagesinns (Propriozeption) erhalten über den Tractus spinocerebellaris dorsalis und ventralis das Kleinhirn, und über den Dorsalstrang (Fasciculus gracilis und cuneatus) die Großhirnrinde Informationen über die Stellungen und Bewegungen der Gliedmaßen und können so die Bewegungen koordinieren. Prüfen kann man dies allerdings nur am stehenden Tier durch Umdrehen der Pfote, so daß die Dorsalfläche nach unten gerichtet ist. Normalerweise erfolgt die sofortige (1 - 3 sec.) Korrektur der Pfote. Die Tiefensensibilität ist ein empfindlicher und genauer Nachweis, ob die ascendierenden Leitungsbahnen intakt sind (OLIVER 1972; HOERLEIN 1978).

2.1.3.3. Reflexe

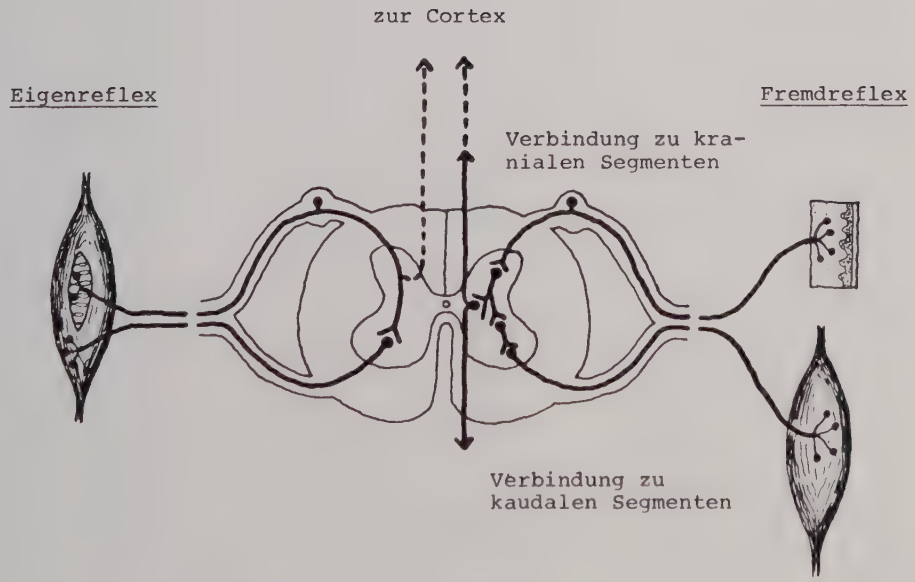
Als Reflex bezeichnet man eine unwillkürlich ablaufende Muskelkontraktion als Antwort auf einen sensiblen Reiz (PSCHYREMBEL 1975; KEIDEL 1975). Da es sich um eine angeborene Reaktion handelt, die stets nach dem gleichen Muster abläuft, bietet der Reflex dem Untersucher eine gute Möglichkeit, Veränderungen zuverlässig festzustellen, ohne dabei auf die aktive Mitarbeit des Tieres angewiesen zu sein (HOERLEIN 1978).

2.1.3.3.1. Reflexbogen

Die Grundlage eines Reflexes ist der Reflexbogen. Er besteht aus dem Rezeptor, einem afferenten sensiblen Neuron, einer oder mehreren Synapsen im Rückenmark, einem oder mehreren efferenten motorischen Neuronen und einem Effektor. Man unterscheidet zwischen einem Eigenreflex, sog. propriozeptiver Reflex, und einem Fremdreflex, sog. enterozeptiver Reflex (SEIFERLE 1975; PSCHYREMBEL 1975). Bei ersterem liegt der sensible Rezeptor (Muskelspindel) im Erfolgsorgan (Muskel) selbst, weshalb man auch vom Muskeldehnungsreflex spricht. Beim Fremdreflex dagegen übermitteln Haut, Schleimhaut, Kornea oder Sinnes-

organe den sensiblen Reiz, der eine Reaktion des Effektors (Muskelkontraktion, Drüsensekretion) auslöst. Während der Eigenreflex (z.B. Patellarsehnenreflex) monosynaptisch ist, d.h. er setzt sich aus zwei Neuronen zusammen und bringt nur einen einzelnen Muskel zur Kontraktion, durchläuft der Fremdreflex (z.B. Flexorreflex) mehrere Neurone. Dieser Vorgang ist polysynaptisch. Er betätigt eine ganze Gruppe von Muskeln und steht auch mit benachbarten Rückenmarkssegmenten in Verbindung (BROSER 1981) (Abbildung 6).

Abb. 6: Schematische Darstellung eines Reflexbogens



Beide Reflexe sind Bestandteil des sogenannten Eigenapparates des Rückenmarks (vgl. Seite 24) und dadurch nicht dem Bewußtsein unterworfen. Dennoch wird über die ascendierenden Leitungsbahnen das Gehirn vom Zustandekommen eines Reflexes informiert und über die descendierenden Bahnen wird eine regulative Tätigkeit (fördernd oder behindernd) auf die Reflexfunktion des Rückenmarks ausgeübt. Deshalb kommt es bei einer Unterbrechung der descendierenden Bahnen durch eine Verletzung kranial des Reflexzentrums zur Hyperreflexie (DE LAHUNTA 1977; HOERLEIN 1978; AUTEFAGE et al. 1980; HOPPENFELD 1980).

Klinisch wird zwischen Reflexen der kranialen und spinalen Nerven unterschieden. Für die neurologische Untersuchung des Rückenmarks bei einer Verletzung der Wirbelsäule sind besonders letztere von Bedeutung.

2.1.3.3.2. Spinale Reflexe

Tabelle 3 und 4 geben an, welche spinalen Reflexe beim Hund auszulösen sind, wie sie ausgelöst werden können, welchen Effekt sie bewirken und welcher periphere Nerv mit welchem segmentalen Ursprungsgebiet daran beteiligt ist.

Tabelle 4: Spinale Reflexe (Eigenreflexe)

Reflex	Reflexauslösung	Reflexeffekt	Reflexbahn		Wirbelhöhe
			peripherer Nerv	Rückenmarksegment	
Bizepssehnenreflex*	Schlag auf Endsehne des M.biceps brachii	leichte Beugung im Ellbogengelenk	N.musculocutaneus	C_6-C_8	HW_5-HW_7
Trizepssehnenreflex	Schlag gegen Trizepssehne dicht über dem Olecranon	leichte Streckung im Ellbogengelenk	N.radialis	C_7-Th_2	HW_6-BW_1
Extensor carpi radialis - Sehnenreflex	Schlag auf Sehne des M.extensor carpi radialis, lateral des Ellbogengelenks	Streckung des Carpalgelenks	N.radialis	C_7-Th_2	HW_6-BW_1
Parellarsehnenreflex	Schlag auf Endsehne des M.quadrizeps distal der Kniescheibe	Streckung des Kniegelenks	N.femoralis	L_4-L_6	LW_3-LW_4
Achillessehnenreflex*	Schlag auf Sehne der Mm.gastrocnemii	Streckung des Sprunggelenks mit nachfolgender Beugung	N.ischiadicus (N.tibialis)	L_5-S_1	LW_4-LW_5
Tibialis anterior - Sehnenreflex	Schlag auf M.tibialis anterior, lateral an der Christa tibiae	Beugung des Sprunggelenks	N.ischiadicus (N.fibularis)	L_5-S_1	LW_4-LW_5

*Reflex physiologischerweise nicht immer auslösbar.

BÄSSLER 1960; McGRATH 1960; FLETCHER und KITCHELL 1966; OLIVER 1972; DE LAHUNTA 1977; HOERLEIN 1978; NIEMAND 1980; AUTEFAGE et al. 1980.

Tabelle 5: Spinale Reflexe (Fremdreflexe)

Reflex	Reflexauslösung	Reflexeffekt	Reflexbahn: peripherer Nerv	Reflexbahn: Rückenmarksegment	Wirbelhöhe
Panniculusreflex	Nadelstiche entlang den Dornfortsätzen von kaudal nach kranial oder an Thorax- bzw. Abdomenwand	bilaterale Kontraktion der Hausmuskulatur kranial der Einstichstelle	Rr.dorsalis der Thorakalnerven: motorisch	$C_8 - Th_1$	entsprechend der Einstichstelle
			sensibel (segmental)	entsprechend der Einstichstelle	
Flexorreflex Vorderextremität	Zusammendrücken der Zehen oder Quetschen der Zwischenzehenhaut	Anziehen der Extremität	N. axillaris, N. musculocutaneus, N.medianus, N.ulnaris,	$C_6 - Th_2$	HW_5-BW_1
Flexorreflex Hinterextremität			N.ischiadicus	L_5-S_1	LW_4-LW_5
Analreflex	Reizung der Perianalgegend	plötzliche Kontraktion des M. sphincter ani externus und Flexion der Rute	N.pudendus	$S_1 - S_3$	LW_5
Vulvareflex	Reizung der Vulvagegend		Nn.coccygei	Cd_1-Cd_5	LW_6
Bulbokavernosusreflex	Zusammendrücken der Glans penis				
Streckreflex* Vorderextremität	Spreizen der Zehen oder Pressen der Sohle mit der flachen Hand	Kurze Flexion, dann Extension d. Gliedmaße mit gespreizten Zehen	N.radialis	C_7-Th_2	$HW_6 - BW_1$
			N.femoralis	L_4-L_6	LW_3-LW_4
Streckreflex* Hinterextremität			N.ischiadicus	L_5-S_1	LW_4-LW_5
gekreuzter Extensorreflex* (Hinterextremität)	wie Flexorreflex	Flexion der gereizten u. gleichzeitige Extension der kontralateralen Extremität	N. ischiadicus	bei Läsion kranial von L_5	bei Läsion kranial von LW_4

* pathologischer Reflex falls im Liegen auslösbar, am stehenden Tier physiologisch

BÄSSLER 1960; McGRATH 1960; FLETCHER und KITCHELL 1966; OLIVER 1972; DE LAHUNTA 1977; HOERLEIN 1978; NIEMAND 1980; AUFFAGE et al. 1980.

Grundsätzlich ist davon auszugehen, daß ein Reflex nur über den Rückenmarkabschnitt informiert, in dem der Reflexbogen abläuft. Zur Lokalisation einer Rückenmarksverletzung mit Hilfe der spinalen Reflexe muß man sich deshalb des Ausschlußverfahrens bedienen und die gewonnenen Informationen mit Hilfe der Erkenntnisse aus anderen neurologischen Untersuchungsverfahren vervollständigen (vgl. Tabelle 6). Fehlende oder herabgesetzte Reflexe deuten auf eine Verletzung des zugehörigen Rückenmarksegments (oder peripherer Nerven) hin, gesteigerte oder pathologische Reflexe auf eine weiter kranial liegende Läsion (AUTEFAGE et al. 1980; HOPPENFELD 1980).

Einen Ausnahmezustand bildet das Bild des "spinalen Schocks", der zustande kommt durch eine schwere Schädigung des Rückenmarks oder durch einen Rückenmarksabriß und unter anderem gekennzeichnet ist durch das völlige Fehlen spinaler Reflexe kaudal der Verletzung. Im Gegensatz zum Mensch, bei dem dieser Zustand zwischen ein paar Tagen bis zu drei Monaten präsent sein kann (BURKE und MURRAY 1979; HOPPENFELD 1980), dauert er beim Hund selten länger als einige Stunden (AUTEFAGE et al. 1980) und ist deshalb klinisch ohne große Bedeutung.

Es kann deshalb bei der Untersuchung meistens davon ausgegangen werden, daß dieses Stadium bereits überstanden ist (DE LAHUNTA 1977). Danach können auch bei Rückenmarksdurchtrennung kranial der Hintergliedmaße Reflexe in derselben auftreten (vgl. Eigenapparat S. 24). (McGRATH 1960; OLIVER 1972; DE LAHUNTA 1977; BURKE und MURRAY 1979; HOPPENFELD 1980; BROSER 1981).

2.1.3.4. Lokalisation der Rückenmarksläsion anhand der klinisch-neurologischen Untersuchung

Im Anschluß an die neurologische Untersuchung lassen die Befunde von Motorik-, Sensibilitäts- und Reflexprüfung auf eine bestimmte Lokalisation der Rückenmarksverletzung schließen. Stets müssen alle drei neurologischen Gebiete auf Integrität

geprüft werden, da eines allein nicht genügend aussagefähig ist. Zusammen ausgewertet, ergeben sich dann die in Tabelle 6 erstellten Lokalisationsmöglichkeiten einer Rückenmarkschädigung, durch die indirekt auf den betroffenen Wirbelsäulenabschnitt geschlossen werden kann. Dabei sollte berücksichtigt werden, daß gleichzeitig an mehreren Stellen des Rückenmarks Verletzungen auftreten können, wodurch es zur Überlagerung der neurologischen Symptome kommen kann (OLIVER 1972; BAILEY und HOLLIDAY 1975).

Grundsätzlich ist davon auszugehen, daß sowohl die Motorik als auch die Schmerzempfindung kaudal einer Läsion herabgesetzt sind (Parese bzw. Hypalgesie) oder vollkommen fehlen (Paralyse bzw. Analgesie), je nachdem, ob das Rückenmark partiell geschädigt oder völlig durchtrennt ist. Bei den Angaben in Tabelle 6 wird ein völliger Abriß des Rückenmarks unterstellt, da die Variationsmöglichkeiten der partiellen Läsionen bei jedem Patienten individuell berücksichtigt werden müssen.

Für die Reflexe gilt, daß sie im Bereich des betroffenen Rückenmarksegments je nach Ausmaß der Schädigung entweder herabgesetzt sind (Hyporeflexie) oder fehlen (Areflexie). Liegt die Verletzung weiter kranial, dann sind die kaudal gelegenen Reflexe normal auslösbar oder gesteigert (Hyperreflexie) (vgl. Seite 37).

Tabelle 6: Neurologische Ausfälle je nach Lokalisation des Rückenmarkabrisses

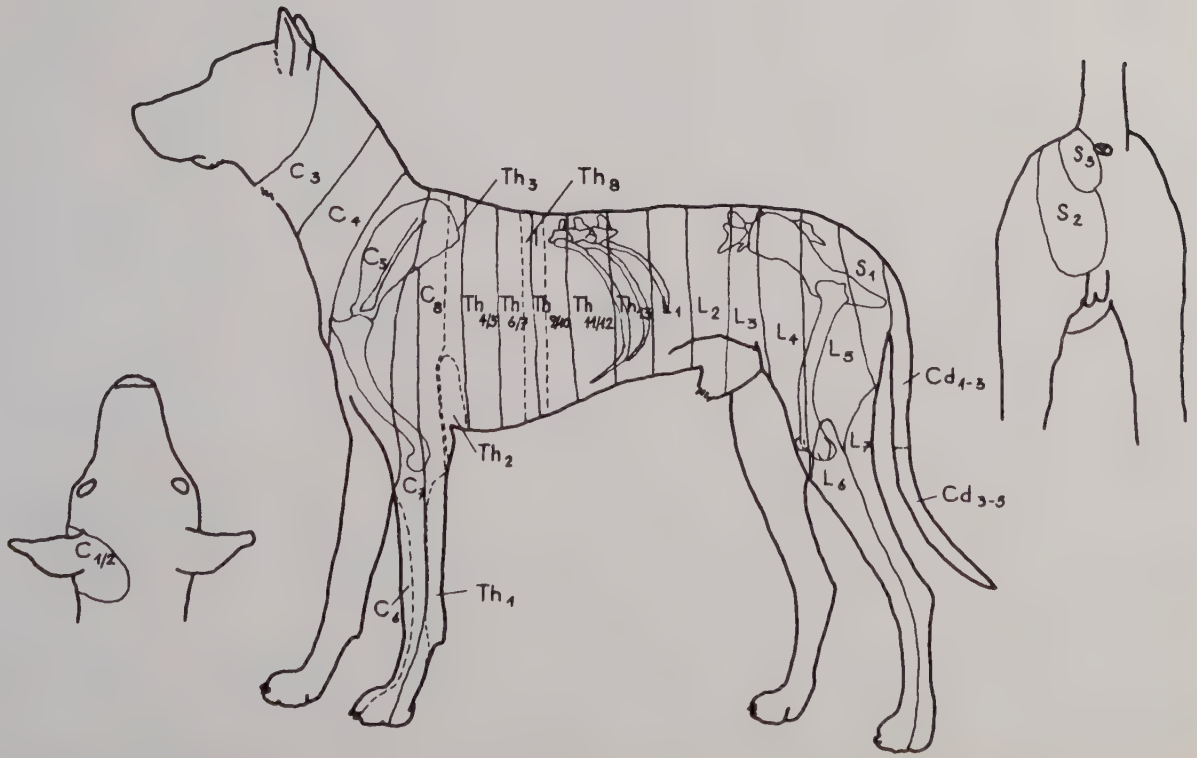
Wirbelhöhe	Rückenmarksegment	Motorik	Analgesiebereiche	Reflexe	Sonstiges
LW_6	Cd_1-Cd_5	Hammelschwanz	Schwanz	-	-
LW_5	S_1-S_3	Hammelschwanz; Lähmung d. Analsphincters; Parese der Hinterextremitäten	Schwanz und Perianalbereich	Anal- und Bulbocavernosus- bzw. Vulvareflex negativ	Lähmung von Blase und Rektum
LW_3-LW_4	L_4-S_1	Paraplegie	Hinterextremitäten	an den Hinterextremitäten negativ	Lähmung von Blase und Rektum
BW_2-LW_3	T_3-L_3	Paraplegie; Schiff-Sherrington-Phänomen; Lähmung d. Intercostalmuskulatur	Hinterextremitäten am Rücken und an der Bauchwand	Panniculusreflex negativ; an deh Hinterextremitäten normal oder gesteigert	Lähmung von Blase u. Rektum; Atmung zunehmend auf Zwerchfell beschränkt
BW_5-BW_1	C_6-T_2	Tetraplegie	Vorder- und Hinterextremitäten	an den Vorderextremitäten negativ; an den Hinterextremitäten normal oder gesteigert	Lähmung von Blase u. Rektum: Horner Syndrom (Th_1-Th_2); paradoxe Atmung
HW_1-HW_5	C_1-C_6	Tetraplegie; schlaffe Lähmung der Halsmusukulatur	an seitlicher Halsgegend, Vorder- und Hinterextremitäten	an den Vorder- u. Hinterextremitäten normal oder gesteigert	Lähmung von Blase u. Rektum; C_5-C_7 N. phrenicus; Exitus bei völligem Abriß des Halsmarks kranial von C_4

in Anlehnung an: FLETCHER und KITCHELL 1966; OLIVER 1972; DE LAHUNTA 1977; PARKER 1974

Aus Tabelle 6 ergibt sich bei einer Verletzung des Rückenmarks eine grobe Einteilung in die Ausfallsgebiete Schwanz-, Perianalbereich, Hintergliedmaße, Thoraco-lumbaler Übergang, Vordergliedmaße und Halsbereich.

Eine genauere Bestimmung des verletzten Rückenmarksegments ist kaudal des Rippenbogens, durch die von FLETCHER 1966 erarbeiteten Dermatome möglich (Abbildung 7). Dabei ist zu bedenken, daß die Grenzen der Hautfelder fließend ineinander übergehen und es dadurch zu Überschneidungen der Innervationsgebiete kommt. Im allgemeinen ist eine bis auf drei Segmente genaue Lokalisation möglich (HOERLEIN 1978). Besonders groß ist die Überlappung im Bereich der Brust- und Bauchwand und am Schwanz. Die kranial in Abbildung 7 eingezeichneten Dermatome gelten für den Hund nur annäherungsweise. Sie sind in Anlehnung an die Arbeit von HEKMATPANAH 1961 und über die Dermatome der kranialen Körperhälfte der Katze entnommen. Sie sollen bei der neurologischen Untersuchung des Hundes nur Anhaltspunkte liefern, zumal sich einige Hautfelder überlappen.

Abb. 7: Dermatome beim Hund (in Anlehnung an HEKMATPANAH 1961; FLETCHER 1966; NICKEL et al. 1977)



Spezielle Hinweise für eine bestimmte Lokalisation kann auch die Atmung geben. Durch Lähmung der Intercostalmuskulatur kommt es zur sogenannten paradoxen Atembewegung (FINKE 1975), indem die erhalten gebliebenen Zwerchfellkontraktionen jeweils ein inspiratorisches Einsinken des Brustkorbs bewirken (LAWSON 1971). In den meisten Fällen ist die Zwerchfellatmung zur Erhaltung der Vitalfunktionen ausreichend. Kommt es allerdings im Bereich des vierten oder fünften Halswirbels zu einer Fraktur und/oder Luxation, so kann diese je nach Ausmaß der Rückenmarkschädigung zum Tod des Tieres durch periphere Atemlähmung (Apnoe) führen, da aus den Rückenmarksegmenten C_5-C_7 der N.phrenicus entspringt. Ein Rückenmarksabriß kranial C_4 ist beim Hund immer tödlich (PARKER 1974).

Bei einer Verletzung der Segmente Th_1 - Th_2 entsteht durch Störung des Ursprunggebiets des kranialen Sympathikus das Horner Syndrom (Miosis, Ptosis, Enophtalmus, Vorfall des dritten Augenlids) (JONES 1975). In Fällen mit einer partiellen Läsion dieses Bereiches ist nur eine leichte Miosis erkennbar (DE LAHUNTA 1977).

Das Schiff-Sherrington-Phänomen spricht für eine Rückenmarksläsion zwischen 2. Brust- und 3. Lendenwirbel (siehe Seite 30).

2.1.3.5. Vegetative Funktionsausfälle

Auch durch den Ausfall der vegetativen Innervation entstehen bestimmte Funktionsstörungen. Insbesondere sind die vitalen Vorgänge der Blasen- und Darmentleerung davon betroffen und werden deshalb im folgenden genauer besprochen.

Die Problematik einer gestörten Sexualfunktion, die bei der Querschnittslähmung des Menschen eine große psychische Bedeutung hat (BURKE 1979), kann beim Tier unberücksichtigt bleiben.

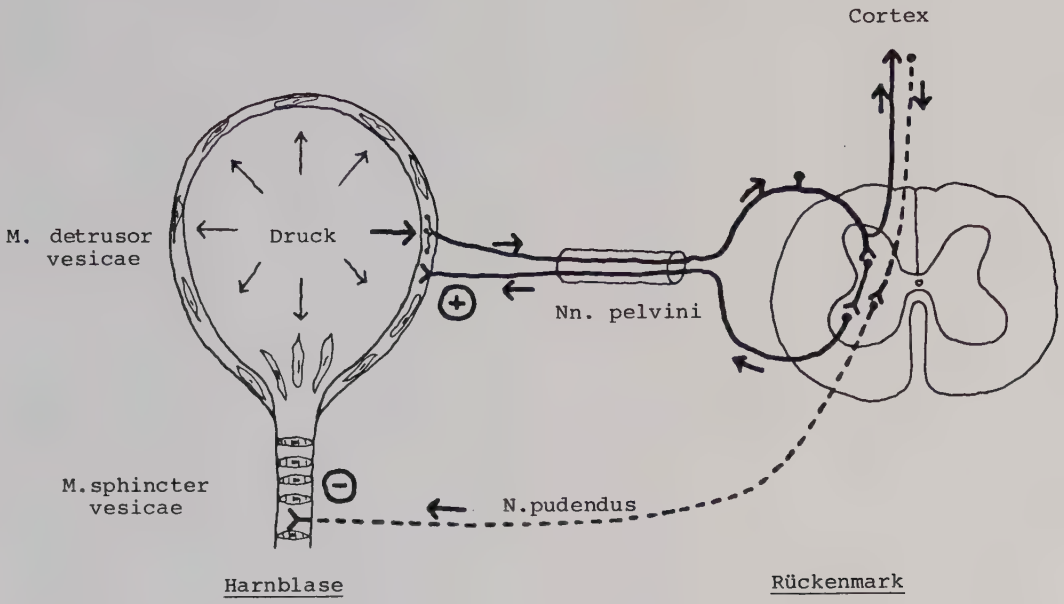
2.1.3.5.1. Harnblase

2.1.3.5.1.1. Normale Funktion

Die Harnblasenwand enthält neben glatten Muskelzellen (M.detrusor vesicae) auch Dehnungsrezeptoren, die den Füllungszustand der Harnblase registrieren (SCHEUNERT, TRAUTMANN 1976). Über sensible Nervenfasern der Nn.pelvini werden diese Impulse zum Sakralmark (Pars intermedia lateralis der grauen Substanz von S_2 und S_3) geleitet und von hier über den Tractus spinothalamicus und den Fasciculus gracilis weitergegeben zum Thalamus und zur Hirnrinde, wo die Empfindung bewußt wahrgenommen wird (DE LAHUNTA 1977). Die Kontrolle durch das Gehirn verhindert eine reflektorische Blasenentleerung durch Kontraktion des willkürlich beeinflußbaren, quergestreiften M.sphincter vesicae. Dieser Muskel wird vom N.pudendus innerviert, der aus den Rückenmarksegmenten S_1-S_3 hervorgeht und zentrale Impulse über die descendierenden Bahnen des Tractus reticulospinalis und Tractus tectospinalis erhält (DE LAHUNTA 1977; TAYLOR 1981).

Durch Kontraktion des M.sphincter vesicae kann eine Blasenentleerung (Miktion) zwar hinausgezögert, aber auf Dauer nicht verhindert werden. Letztendlich bewirkt der parasympathische Reflexbogen mit Zentrum im Sakralmark die Harnentleerung (DE GROAT 1969). Dabei werden die ankommenden Impulse der Dehnungsrezeptoren direkt auf efferente parasympathische Fasern umgeschaltet, die über die Nn. pelvini eine Kontraktion des M.detrusor vesicae auslösen. Durch die schräge Anordnung der glatten Muskelzellen im Bereich des Blasenhalses (NICKEL, SCHUMMER, SEIFERLE 1975; DE LAHUNTA 1977) wird dieser bei der Muskelkontraktion erweitert. Der Widerstand des M.sphincter vesicae wird durch die Kontraktion der übrigen Blasenwand überwunden, falls dieser Muskel vorher nicht willentlich dilatiert wird. Eine bewußt herbeigeführte Harnentleerung entsteht also durch reflektorische Kontraktion des M. detrusor vesicae bei gleichzeitiger Erschlaffung des willkürlich beeinflußbaren M.sphincter vesicae (FENNER 1981) (siehe Abbildung 8).

Abb. 8: Schematische Darstellung des Reflexbogens der Harnblasenentleerung



Einen wesentlichen Beitrag dazu leistet auch die willkürlich angespannte Bauchmuskulatur und das Zwerchfell (DE LAHUNTA 1977; BURKE 1979).

Daneben gibt es noch einen zweiten, sympathischen Reflexbogen mit Zentrum im Lumbalmark (L_2 -L_5), der über den H.hypogastricus die Blasenwand versorgt (SEIFERLE 1975). Diesem Reflexbogen kommt bei der Harnblasenentleerung nur untergeordnete Bedeutung zu (KEIDEL 1975; DE LAHUNTA 1977). Seine Aufgabe besteht vielmehr darin, durch eine reflektorische Relaxation der glatten Muskelfasern des M. detrusor vesicae eine Blasenfüllung überhaupt erst zu ermöglichen (KURU 1965; EDVARDSEN 1967).

2.1.3.5.1.2. Automatische Harnblase

Bei einer Verletzung des Rückenmarks kranial des fünften Lendenwirbels bleibt das Sakralmark unbeschädigt. Die Leitungsbahnen vom und zum Gehirn sind je nach Ausmaß der Schädigung unterbrochen, so daß eine bewußte Kontrolle über die Harnblase fehlt. Daraus resultiert kurzzeitig eine Urinretention mit Überlauf-Inkontinenz. Nach ca.1 Woche (PARKER 1974) entwickelt sich dann eine sogenannte automatische Blase (DE LAHUNTA 1977; BURKE 1979), d.h. die Entleerung erfolgt unwillkürlich über den intakten spinalen Blasenentleerungsreflexbogen im Sakralmark (LAWSON 1971). Man bezeichnet dies als intermittierende Inkontinenz, da hierbei der M.sphincter vesicae urinae, obwohl er nicht mehr willentlich beeinflußbar ist, funktionsfähig bleibt und der Urin nur ab einem gewissen Füllungszustand der Blase entleert wird (KURU 1965; PSCHYREMBEL 1975). Die Bauchpresse kann diesen Entleerungsmechanismus unterstützen, falls die entsprechende Muskulatur nicht gelähmt ist. Die Entleerung erfolgt fast vollständig, so daß nur eine relativ geringe Menge an Restharn zurückbleibt (OLIVER et al. 1978).

2.1.3.5.1.3. Autonome Harnblase

Sind die Rückenmarksegmente S_1 und S_2 oder die entsprechenden Kreuznerven verletzt, so hat dies durch Zerstörung des Reflexbogens eine denervierte Blase zur Folge. Dies wiederum führt zu einer Urinretention (SLOCUM und RUDY 1975). Sobald der Blaseninnendruck eine gewisse Höhe erreicht hat, entwikkelt sich deshalb eine Überlaufblase (LAWSON 1971). Nach einiger Zeit kann sich dann eine autonome Blase einstellen (DE LAHUNTA 1977; BURKE 1979). Dabei wird die Entleerung ohne Beteiligung des Rückenmarks über die Dehnung der Wandmuskulatur durch das intramurale Nervengeflecht der glatten Muskelfasern gesteuert. Hierbei kommt es nicht zu einer vollständigen Entleerung, so daß eine relativ große Menge an Restharn in der Blase verbleibt (OLIVER et al. 1978). Wie bei der automatischen Blase, so ist auch bei der autonomen Harnblase die willkürliche Kontrolle über die Harnentleerung verloren gegangen. Es findet sich ebenfalls eine incontinencia urinae. Bei gleichzeitigem Funktionsverlust des M.sphincter vesicae besteht eine permanente Inkontinenz (KURU 1965; PSCHYREMBEL 1975).

Bei unvollständigen oder gemischten Lähmungen ergeben sich kombinierte Lähmungsbilder. Beispielsweise kann eine schlaffe Lähmung des Blasenmuskels bei dennoch erhöhter Spastik des Blasenschließmuskels vorliegen, wenn es durch eine Verletzung im Cauda equina Bereich zu einem Ausfall der Nn.pelvini kommt, während der N.pudendus intakt bleibt (KURU 1965; OLIVER et al. 1978; BURKE 1979).

2.1.3.5.2. Mastdarm

Die Defaekation erfolgt aufgrund eines ähnlichen Reflexbogens wie bei der Blasenentleerung und wird ebenfalls durch willkürliche Beeinflussung des M.sphincter ani externus kontrolliert.

Kot- und Harnverhalten treten häufig gemeinsam auf, wobei die Kotretention beim Hund klinisch ein wesentlich geringeres Pro-

blem darstellt (OLIVER 1974; DE LAHUNTA 1977). Bei einer Kotinkontinenz durch Läsionen im Bereich des Sakralmarks oder der Kreuznerven (N. pudendus) wird der M. sphincter ani externus atonisch und deshalb muß mit ständigem Kotabgang gerechnet werden (SLOCUM und RUDY 1975).

Bei einer Harn- und Kotretention können neben Nervenschädigungen auch Schmerzen oder Schwierigkeiten beim Einnehmen der normalen Miktions- oder Defaekationsstellung zugrunde liegen (HOERLEIN 1978; AUTEFAGE et al. 1980).

2.1.3.5.3. Neurologische Untersuchung der Harnblase und des Mastdarms

Durch den Analreflex und Bulbocavernosus- bzw. Vulvareflex kann die motorische Funktionsfähigkeit des N.pudendus überprüft werden, der die Muskulatur am Beckenboden, den M.sphincter ani externus und den M.sphincter vesicae innerviert (OLIVER in HOERLEIN 1978).

Die Dermatome im Perianalbereich geben über den Perianalreflex Auskunft, ob und welches der Segmente des Sakralmarks geschädigt wurde (OLIVER 1974) (vgl. Abbildung 7).

Mit dem sog. "Eiswassertest" (nach BURKE 1979) kann die autonome Nervenversorgung des M. detrusor vesicae geprüft werden. Durch einen Katheter wird sterile, eisgekühlte Ringer-Lösung in die Blase gegeben. Der Test ist positiv, wenn sofort im Strahl das Wasser wieder ausgeschieden wird, also eine reflektorische Harnentleerung einsetzt.

Die Bestimmung der Restharnmenge gibt ebenfalls Auskunft über die Blasenfunktion. Die direkt nach reflektorischer Blasenentleerung durch Katheter entnommene Menge an Residualharn sollte physiologischerweise nicht mehr als 10 % des Gesamtvolumens betragen (OLIVER in HOERLEIN 1978). Bei einer automatischen Blase wird eine ausreichende Entleerung mit nur kleiner Restharnmenge beobachtet. Dagegen bringt die relativ große Menge an

Residualharn bei einer autonomen Harnblase häufiger Komplikationen im Sinne einer chronischen Cystitis oder einer Pyelonephritis durch Reflux des rückgestauten Urins in die Nieren.

2.2. Röntgenologische Untersuchung

Ein weiteres wichtiges Hilfsmittel für die Diagnose einer Wirbelfraktur und/oder -luxation stellt die Röntgenuntersuchung dar. Sie soll aber eine klinisch-neurologische Untersuchung nicht ersetzen, sondern nur ergänzen (GAGE 1974; BAILEY und HOLLIDAY 1975; HOERLEIN 1978; WOLVEKAMP 1981) und die Verdachtsdiagnose bestätigen (GEARY 1971; HOERLEIN 1978). Ein Rückenmarkschaden kann nur neurologisch festgestellt (OLIVER 1972; LEWIS 1974; DULISCH und WITHROW 1979) oder nach dem Grad der Dislokation der Wirbel bzw. Fragmente vermutet werden (EHRLEIN 1966; WHITTICK 1974). Bei dem röntgenologischen Nachweis einer Wirbelfraktur bzw. einer -luxation sollte grundsätzlich mit einer Beeinträchtigung des Rückenmarks gerechnet werden (ARCHIBALD et al. 1981; WILLENEGGER 1971). Umgekehrt schließt jedoch der fehlende Hinweis im Röntgenbild eine Schädigung des Rückenmarks nicht aus (WHITTIK 1974; BAILEY und HOLLIDAY 1975; HORNOF 1978; ARCHIBALD et al. 1981).

Eine besondere Bedeutung kommt der Röntgenaufnahme hinsichtlich exakter Lokalisation und Form der Verletzung zu, was für eine eventuelle Operation und für das Ausmaß der Verletzung im Hinblick auf die Prognose von größter Wichtigkeit ist (HOERLEIN 1958; SWAIM 1971; OLIVER 1972; ARCHIBALD et al. 1981). Zu beachten ist dabei, daß jede Röntgenaufnahme nur die momentane Lage der Wirbel zueinander aufzeigt und keine Aussage über das Ausmaß von Verschiebungen erlaubt, die zum Zeitpunkt des Traumas stattgefunden haben (GEARY 1971; OLIVER 1972; SWAIM 1972 und 1981; MORGAN 1972; PARKER 1974; MENDENHALL et al. 1976; HOERLEIN 1978; ARCHIBALD et al. 1981). Die entscheidende Bedeutung der neurologischen Untersuchung wird

durch die Tatsache unterstrichen, daß bei einem röntgenologisch schwerwiegenden Befund das Rückenmark gelegentlich noch intakt sein kann (DULISCH und WITHROW 1979; DE LAHUNTA 1977).

2.2.1. Technik und Lagerung

Bei der Durchführung der Röntgenuntersuchung sollte die Wirbelsäule ebenso unbeweglich gehalten werden, wie dies für den Transport und auch für die vorangegangene klinische Untersuchung gefordert wurde (siehe Seite 27). Jede Verletzung der Wirbelsäule sollte als instabil angesehen werden, solange nicht durch eine Röntgenuntersuchung oder durch eine Operation das Gegenteil bewiesen ist. Vorsichtige, ruhige Behandlung des Patienten und weitgehendste Immobilität der Wirbelsäule sind deshalb wichtig (SWAIM 1970; OLIVER 1972; BAILEY und HOLLIDAY 1975; PARKER 1974; DE LAHUNTA 1977; HOERLEIN 1978; BURKE und MURRAY 1979).

Als erste Information genügt eine Übersichtsaufnahme der Wirbelsäule im latero-lateralen Strahlengang. Fehlen deutliche Veränderungen, sollten weitere Aufnahmen, insbesondere verdächtiger Bereiche, angefertigt werden (SWAIM 1970; GAGE und HOERLEIN 1974; HORNOF 1978; STONE 1979; AUTEFAGE et al. 1980).

Sind jedoch röntgenologisch keine Veränderungen im Bereich der Wirbelsäule feststellbar - trotz neurologisch vorhandenem Verdacht auf eine Rückenmarksverletzung - so empfiehlt sich eine Röntgenaufnahme im ventro-dorsalen Strahlengang (HOERLEIN 1958; SWAIM 1970; LEONARD 1971; MORGAN 1972; WHITTICK 1974; GAGE und HOERLEIN 1974; KEALY 1979; AUTEFAGE et al. 1980; ARCHIBALD et al. 1981). Sollte die Lagerung des Hundes auf dem Rücken durch Abwehrbewegungen erschwert bzw. nicht möglich sein, so empfiehlt sich, diese Untersuchung in Narkose auszu-

führen (MORGAN 1972; GAGE und HOERLEIN 1974; HORNOF 1978; HOERLEIN 1978; ARCHIBALD et al. 1981). Die damit bewirkte Schmerzfreiheit und Muskelrelaxation sorgen jedoch unter Umständen für weitere Instabilität der Wirbelsäule, der durch sorgfältige Unterstützung bei der Lagerung entgegenzuwirken ist (OLIVER und LEWIS 1973; LEWIS 1974; CHAMBERS et al. 1977). Besonders wichtig ist diese Vorsorge bei der sehr beweglichen Halswirbelsäule, die möglichst unter Extension gelagert werden sollte (SWAIM 1971; OLIVER und LEWIS 1973; STONE et al. 1979; ARCHIBALD et al. 1981). Einige Autoren empfehlen deshalb diese Art der Untersuchung erst einzuleiten, wenn anschließend weitere, nur im anaesthesierten Zustand des Patienten durchführbare diagnostische Maßnahmen, wie eine Myelographie, durchgeführt werden (GAGE und HOERLEIN 1974; PARKER und TURNER 1980) bzw. die Möglichkeit einer Operation gegeben ist (BAILEY und HOLLIDAY 1975; HORNOF 1978; STONE 1979; WOLVEKAMP 1981). Wird eine operative Versorgung in Erwägung gezogen, so besteht in jedem Fall, wie für andere chirurgisch zu versorgende Frakturen und Luxationen, die Notwendigkeit einer Röntgenaufnahme in der zweiten Ebene (GEARY 1971; SCHEBITZ und BRASS 1975).

Gelegentlich können auch Schrägaufnahmen eines verdächtigen Bezirkes der Wirbelsäule von Nutzen sein (WOLVEKAMP 1981) beispielsweise bei der Interpretation von Röntgenbildern der Halswirbelsäule (SWAIM 1971; OLIVER und LEWIS 1973; STONE et al. 1979) oder zur Beurteilung der kleinen Wirbelgelenke im Bereich der Lendenwirbelsäule (MORGAN 1972).

Da Bandrupturen röntgenologisch nicht nachweisbar sind, müssen Funktionsaufnahmen zeigen, ob eine Verletzung der Wirbelsäule als stabil oder instabil anzusprechen ist. Unmittelbar nach einem Trauma sind Funktionsaufnahmen kontraindiziert wegen der Gefahr einer möglichen Rückenmarkschädigung bei Instabilität der Wirbelsäule (OLIVER und LEWIS 1973; PÖSCHL und KELLER 1977; BURKE und MURRAY 1979; BURRY und RÜTER 1980). Sie sollten erst durchgeführt werden, wenn die Übersichtsaufnahmen kei-

ne Anzeichen auf eine Fraktur oder Luxation ergeben haben (REDDING und KNECHT 1975).

Stimmen der neurologische und der röntgenologische Befund nicht überein, so sollte überprüft werden, ob nicht noch in anderen Abschnitten der Wirbelsäule zusätzliche Verletzungen vorliegen (OLIVER 1972; BROCHER 1973; BAILEY und HOLLIDAY 1975).

2.2.2. Fraktur- bzw. Luxationsformen (Entstehungsmechanismus)

Obwohl die meisten Autoren darauf hinweisen, daß jegliche Kombinationsmöglichkeiten gegeben sind, kristallisieren sich im wesentlichen folgende Fraktur- bzw. Luxationsformen heraus:

Frakturen des Wirbelkörpers stellen sich hauptsächlich als Kompressions- oder als Schrägfrakturen dar (GAGE 1968; LEONARD 1971; MORGAN 1972; BAILEY und HOLLIDAY 1975; SWAIM 1975; HOERLEIN 1978; KEALY 1979).

Neben diesen beiden Frakturformen führen andere Autoren noch die Möglichkeit der Ablösung der epiphysealen Endplatte des Korpus bei jungen Tieren an (MORGAN 1972; GAGE 1974; KEALY 1979).

Eine seltenere Form sind Splitterfrakturen (BAILEY und HOLLIDAY 1975), die besonders als Folge von Schußverletzungen vorkommen (HOERLEIN 1958).

Während bei einer Kompressionsfraktur die Dislokation im allgemeinen gering ist - die Fraktur ist weitgehend stabil -, finden sich bei Schräg- und Absprengfrakturen der epiphyselen Endplatte stärkere Verschiebungen der Fragmente, oft auch in Kombination mit Luxationen in den kleinen Wirbelgelenken (OLIVER 1972; GAGE und HOERLEIN 1974; MORGAN 1972; WHITTICK 1974; BAILEY und HOLLIDAY 1975; SWAIM 1975; HOERLEIN 1978; KEALY 1979; DÄMMRICH 1981).

Erklärt wird dies damit, daß eine Kompressionsfraktur durch indirekten Aufprall von vorn oder hinten auf den Tierkörper entsteht, während eine Schrägfraktur oder Absprengung der Wirbelepiphyse durch direkte Einwirkung zustande kommt (GAGE und HOERLEIN 1974; SWAIM 1975; HOERLEIN 1978). Hierbei spielen auch Rotationskräfte eine Rolle, die für die Bandrupturen verantwortlich sind (POLSTER 1980; SWAIM 1981), so daß diese Frakturformen im Gegensatz zur Kompressionsfraktur als instabil anzusehen sind (OLIVER 1972).

Isolierte Frakturen von Dornfortsätzen verlaufen meist ohne Schädigung des Rückenmarks, ebenso Frakturen der Querfortsätze, abgesehen von eventuellen Schädigungen der Nervenwurzeln (GAGE 1968; LEONARD 1971; WHITTICK 1974; BAILEY und HOLLIDAY 1975; SWAIM 1975; HOERLEIN 1978). Da gelegentlich beide Frakturarten auch in Kombination mit Arcus- bzw. Korpusfrakturen entstehen, sollten sie Anlaß zu einer genaueren Betrachtung der anliegenden Wirbel geben RETTIG et al. 1974; PANNIKE 1980).

Die Fraktur eines oder beider Gelenkfortsätze eines Wirbels geht im allgemeinen mit einer zusätzlichen Luxation einher (HOERLEIN 1958; GAGE 1968; LEONARD 1971; HOERLEIN 1978; DÄMMRICH 1981) und es ist ebenso wie bei Frakturen des Wirbelbogens mit einer Verletzung des Rückenmarks zu rechnen (LEONARD 1971; BAILEY und HOLLIDAY 1975; HOERLEIN 1978). Überhaupt scheint meist eine Kombination von Fraktur und Luxation am selben Gelenk vorzuliegen (HOERLEIN 1958; LEONARD 1971; GAGE und HOERLEIN 1974), weshalb auch die Bezeichnung Luxationsfraktur gebräuchlich ist (HOERLEIN 1958; SCHUMANN 1967; WILLENEGGER 1971; BROCHER 1973; PSCHYREMBEL 1975; BURRI und RÜTER 1980).

Die Luxation zweier Wirbel ohne Fraktur, nur bedingt durch Kapsel- und Bänderriß (HOERLEIN 1958 und 1978; BAILEY und HOLLIDAY 1975) ist selten (LEONARD 1971; MORGAN 1972; GAGE und HOERLEIN 1974), da durch ein Trauma häufiger eine Wirbelkör-

perfraktur als eine Bandscheibenruptur entsteht (HANSEN und OLSSON 1954). Durch die Bandzerreißungen sollte eine Luxation, auch bei röntgenologisch nur gering erscheinenden Verschiebungen, stets als instabil angesehen werden (OLIVER 1972).

Während eine Luxation die völlige Trennung der Gelenkflächen zur Folge hat, steht bei der Subluxation noch ein Teil der Gelenkflächen miteinander in Kontakt, d.h., nur ein Teil des Bandapparates ist zerrissen (HOERLEIN 1958 und 1978; LEONARD 1971; PSCHYREMBEL 1975; SCHEBITZ und BRASS 1975; SWAIM 1975).

Luxationen sind meist deutlich auf dem Röntgenbild zu sehen, wogegen Subluxationen oft schwerer zu diagnostizieren sind (MORGAN 1972; KEALY 1979). Ihre Erkennung ist aber wegen einer möglichen Rückenmarkschädigung von größter Wichtigkeit (BAILEY und HOLLIDAY 1975).

SWAIM 1981 wählt eine Einteilung der Frakturen und Luxationen nach Richtung bzw. Art der Gewalteinwirkung auf die Wirbelsäule und unterscheidet drei verschiedene Formen der Wirbelkörperfraktur. Die Kompressionsfraktur unterteilt er in eine keilförmige und eine zersprengte Form ("wedge or bursting compression fracture"). In beiden Fällen erfolgt die Gewalteinwirkung in Längsrichtung der Wirbelachse, nur befindet sich bei der keilförmigen Kompressionsfraktur die Wirbelsäule im Augenblick des Traumas in Flexion, während bei der zersprengten Kompressionsfraktur die Wirbelsäule gestreckt ist. Die dritte Form, eine Schrägfraktur des Korpus, entsteht nach SWAIM 1981, wenn zusätzlich eine Scherkraft einwirkt.

Für Luxationen und Luxationsfrakturen macht SWAIM 1981 stets die Kombination von Flexions- und Rotationskräften verantwortlich. Überwiegt die Flexion, entsteht eine Luxation, während bei überwiegenden Rotationskräften eine Luxationsfraktur entsteht.

3. PROGNOSE

Die Prognose von Wirbelfrakturen und/oder -luxationen ist in erster Linie abhängig vom Ausmaß der neurologisch feststellbaren Rückenmarkschädigung, weiterhin von der Frakturbzw. Luxationsform, der Lokalisation der Verletzung und der Zeitdauer vom Zeitpunkt des Traumas bis zum Behandlungsbeginn. Noch 1930 vertrat ÜBERREITER die Meinung, Frakturen und Luxationen der Wirbel seien wegen der Beschädigung des Rückenmarks unheilbar. Diese Ansicht wurde in den letzten beiden Jahrzehnten zunehmend von einer Reihe namhafter Autoren widerlegt, die zeigten, daß keineswegs alle Fälle als aussichtslos anzusehen sind.

3.1. Ausmaß der neurologischen Schädigungen

Die Bedeutung des neurologischen Befundes hinsichtlich einer Prognosestellung wird durch die Tatsache unterstrichen, daß den Ganglienzellen des Nervensystems jegliche Regenerationsmöglichkeit fehlt (FREI 1972; DAHME und WEISS 1978). Bei fehlenden bis geringen neurologischen Funktionsausfällen kann meist eine weitgehende Wiederherstellung erwartet werden (HOERLEIN 1978). Treten jedoch Paresen oder sogar Paralysen auf, so verschlechtert sich die Prognose entsprechend der Schwere des klinischen Befundes. Auch wenn eine Schmerzreaktion noch auszulösen ist, muß die Prognose vorsichtig gestellt werden. Solange eine direkte Betrachtung des Rückenmarks nicht erfolgt ist, kann es nur indirekt durch den neurologischen Funktionsausfall beurteilt werden. Bestehen Zweifel hinsichtlich der Integrität des Rückenmarks, fordern einige Autoren (BERGE und WESTHUES 1969; PARKER 1975; MENDENHALL et al. 1976) die makroskopische Beurteilung intra operationem, unter Umständen sogar durch Eröffnung des Duraschlauches (Durotomie). Vollständige Lähmungen mit fehlender Schmerzempfindung und/oder das Auftreten des Schiff-Sherrington-Phänomens (siehe Seite 30) gelten prognostisch als ungünstig

bis aussichtslos (LEONARD 1971; OLIVER 1972, 1973, 1974; GAGE 1974; PARKER 1974; BAILEY 1975; HOERLEIN 1978; ARCHIBALD et al. 1981). Stets infaust ist die Situation bei einem vollständigen Rückenmarksabriß. Auch die Verletzungen des Sakralmarks, die eine Harn- und Kotinkontinenz zur Folge haben, stellen für den Tierbesitzer eine kaum tragbare Belastung dar.

3.2. Verletzungsform

Isolierte Frakturen der Dorn- und Querfortsätze der Wirbel sind nach LEONARD 1971 und WHITTICK 1974 prognostisch als gut zu beurteilen.

Auch Kompressionsfrakturen ohne größere Dislokationen und neurologische Ausfallserscheinungen sind hinsichtlich der Heilung noch als günstig einzutufen (LEONARD 1971; WHITTICK 1974; BAILEY und HOLLIDAY 1975).

Bei Luxationsfrakturen sowie Luxationen sollte die Prognose aufgrund der durch die Dislokation bedingten Rückenmarkschädigung jedoch vorsichtig bis ungünstig gestellt werden (LEONARD 1971).

Stellt sich eine Dislokation auf der Röntgenaufnahme nur geringgradig dar, scheint eine vorsichtige Prognose angebracht. Auch bei neurologisch nicht völlig aussichtslosem Befund kann es durch die Instabilität im Frakturbereich bis zu dessen endgültiger Stabilisierung noch zu einer weiteren Traumatisierung oder zum Rückenmarksabriß kommen (LEONARD 1971).

Bei hochgradigen Dislokationen mit einer Verschiebung der Fragmente um Wirbelkanalhöhe oder -breite und entsprechenden neurologischen Funktionsausfällen (schlaffe Lähmung, keine Schmerzempfindung kaudal der Läsion) muß von einer irreversiblen Rückenmarkschädigung ausgegangen werden (HOERLEIN 1958 und 1960; PARKER 1974). Eine hochgradige Dislokation allein, ohne den schwerwiegenden neurologischen Befund, berechtigt nicht zu dieser Annahme (DE LAHUNTA 1977).

3.3. Lokalisation

Durch den größeren Spielraum innerhalb des Wirbelkanals im Bereich der Halswirbelsäule, treten selbst bei röntgenologisch deutlichen Dislokationen meist nur geringgradige Rückenmarkschädigungen mit neurologischen Ausfallserscheinungen auf (GEARY 1971; HOERLEIN 1978).

Ähnlich günstig ist die Prognose im Bereich der letzten Lendenwirbel, da sich das Rückenmark nach kaudal verjüngt (EHRLEIN 1966; GEARY 1971; OLIVER 1972; SLOCUM und RUDY 1975, WHITTICK 1974).

Frakturen des Kreuzbeins ohne Beeinträchtigung der Harnblasen- bzw. Mastdarmfunktion sind prognostisch als gut anzusehen (TAYLOR 1981).

Ebenso sind Frakturen und Luxationen der Schwanzwirbelsäule selbst bei irreversiblen Störungen der Motorik und Sensibilität als günstig zu beurteilen (LEONARD 1971; LAWSON 1971; SLOCUM und RUDY 1975).

3.4. Zeitfaktor

Für eine Prognose sollte auch der Zeitraum vom Eintritt der traumatischen Schädigung bis zur operativen Dekompression und Stabilisierung der Wirbelverletzung besondere Berücksichtigung finden (NAU und CLAR 1977).

Genauere Zusammenhänge zwischen der Zeitdauer und der Stärke des einwirkenden Traumas zeigen die experimentellen Untersuchungen an Hunden von TARLOV 1957. TARLOV fand, daß bei starken Quetschungen, die länger als 5 Minuten anhielten, eine irreversible Schädigung des Rückenmarks eintrat. War die Kompression jedoch nur geringgradig, so blieb selbst eine vollständige Lähmung reversibel, wenn innerhalb von 2 Stunden eine Druckentlastung vorgenommen wurde.

MENDENHALL et al. 1976 gelang bei Therapiebeginn innerhalb von 4 Stunden eine weitgehende Heilung bei 7 Tieren mit Wirbelfrakturen bzw. -luxationen und mit neurologischen Ausfällen bis hin zur Paralyse und Analgesie.

Den Angaben von OLIVER 1972 zufolge ist bei den Lähmungserscheinungen mit erhaltener Schmerzreaktion,die innerhalb von 24 Stunden behandelt werden, mit einer guten Heilungschance zu rechnen. Bei fehlender Schmerzreaktion muß dagegen die Prognose auch bei einer Kompressionsdauer von weniger als 6 Stunden als vorsichtig bis ungünstig, bei einer Kompressionsdauer von mehr als 6 Stunden als aussichtslos gesehen werden.

Von verschiedenen Autoren wird immer wieder betont, daß die Heilungschancen um so günstiger sind, je früher eine gezielte Therapie einsetzt (LEONARD 1971; PARKER 1974; WHITTICK 1974; HOERLEIN 1978).

Zusammenfassend sei festgestellt, daß nur anhand der gemeinsamen Betrachtung aller beschriebenen Kriterien für eine Prognosestellung entschieden werden kann, ob eine Therapie sinnvoll erscheint oder nicht.

4. THERAPIE

Je nach Ausmaß der Schädigung des Rückenmarks, dem Schweregrad und der Lokalisation der Wirbelverletzung, kann die Therapie konservativ oder operativ erfolgen.

4.1. Konservative Therapie

Die Indikation für eine konservative Behandlung ist bei geringgradigen Frakturen der Wirbelsäule mit nur kaum ausgeprägten neurologischen Symptomen gegeben (HOERLEIN 1958, 1965 und 1978; GRABER et al. 1967; SWAIM 1970).

Verschiedene Autoren empfehlen eine konservative Therapie nur bei stabilen Frakturen ohne Dislokation (OLIVER 1972) bzw. für Kompressionsfrakturen mit bis zu geringgradigen Dislokationen (BAILEY und HOLLIDAY 1975), solange keine Lähmung besteht.

Darüber hinaus verwendete EHRLEIN 1966 dieses therapeutische Vorgehen sogar noch bei Subluxationen mit partiellen Lähmungen.

Als weitere Indikation für die konservative Behandlung werden Verletzungen der letzten beiden Lendenwirbel (EHRLEIN 1966; SWAIM 1970; HOERLEIN 1978; DULISCH und NICHOLS 1981) sowie des Kreuzbeins und der Schwanzwirbelsäule (HOERLEIN 1978) genannt.

Die konservative Therapie umfaßt die Bewegungseinschränkung durch die Käfigruhe, die äußere Schienung oder eine Kombination aus beiden Maßnahmen. Durch diese Ruhigstellung der Wirbelsäule soll eine Frakturheilung ermöglicht werden,ohne das Rückenmark zu schädigen. Dennoch kann es nach HOERLEIN 1978 zu einer sekundären Rückenmarkskompression durch überschießende Kallusbildung im Bereich der Fraktur kommen.

Die äußere Schienung erfolgt entweder mit Hilfe einer Schiene (Aluminium, Sperrholz u.ä.) oder eines Rumpfverbandes bzw.

einer Halskrause aus Gips, Lightcast^{R} oder ähnlich festem Material (EHRLEIN 1966; FRYE und CUCUEL 1968; SWAIM 1970; HOERLEIN 1978). Genauere Anleitungen für das Anlegen eines Rumpfverbandes lassen sich aus der Veröffentlichung von SWAIM 1970 entnehmen. Eine spezielle Rückenschiene zur Ruhigstellung der Wirbelsäule wurde von EHRLEIN 1966 entwickelt. Der Autor wies aber gleichzeitig darauf hin, daß nach einer unblutigen Reposition durch eine alleinige äußere Schienung eine Reluxation nicht verhindert werden kann.

Einige Beispiele für die konservative Behandlung aus der Literatur sind in Tabelle 7 aufgeführt.

Neben der Ruhigstellung gehört zu einer konservativen Therapie auch eine medikamentelle Behandlung. Hiermit soll die Ausbildung eines Rückenmarködems sowie das Auftreten hämorrhagischer Nekrosen eingeschränkt werden.

Hierfür seien zuerst die Corticosteroide genannt, die neben einer Schockprophylaxe auch eine ausgeprägte antiinflammatorische und gefäßabdichtende Wirkung haben (OLIVER 1972; PARKER 1974; DE LA TORRE et al. 1975).

Durch den Einsatz osmotisch wirksamer Infusionslösungen, wie z.B. Mannitol oder hypertoner Glukoselösungen, soll die Ausschwemmung eines spinalen Ödems erreicht werden (PARKER et al. 1973; HOERLEIN 1978). Nach MILLER und LEECH 1975 hat sich insbesondere die Kombination von Mannitol mit Corticosteroiden bewährt (PARKER 1974).

Dem Dimethylsulfoxid (DMSO) wird eine entzündungshemmende, diuretische und vasodilatatorische Wirkung zugesprochen. Darüber hinaus wird ein schützender Effekt auf die Zelle und eine verbesserte Sauerstoffversorgung des durch Trauma geschädigten Gewebes beschrieben (KAJIHARA et al. 1973).

Tabelle 7: Beispiele der konservativen Behandlung von Wirbelfrakturen und/oder -luxationen in der Literatur

Autor(en)	n	neurologischer Befund	Wirbelfraktur und/oder -luxation		Methode	funktionelles Ergebnis
			Lokalisation	Form		
ARCHIBALD et al. 1959	1	Tetraplegie	HW2	Dens fraktur	Halskrause	gut
	1	Paraplegie	LW7/Os sacrum	Schrägfraktur LW7 mit Luxation Os sacrum	Sedation über 6 Tage	gut
EHRLEIN 1966	1	Paraplegie	BW11/BW 12	Luxation	Rückenschiene*	gut
	1	Paraplegie	LW3/LW4	Schrägfraktur LW3 mit Luxation LW4	Rückenschiene	gut
	1	Parese der Hinterhand	LW6/LW7	Schrägfraktur LW6 mit Luxation LW7	Rückenschiene*	gut
	1	Paraplegie	LW7/Os sacrum	Schrägfraktur LW7 mit Luxation Os sacrum	Käfigruhe	gut
FRYE und CUCUEL 1968	1	Schmerzen beim Bewegen des Kopfes	HW2	Densfraktur	Halskrause	gut
SLOCUM und RUDY 1975	8	Schmerzen und Bewegungsunlust	LW7/Os sacrum	Schrägfraktur LW7 mit Luxation Os sacrum	Käfigruhe	gut
GREENWOOD und OLIVER 1978	2	Parese der Vorhand u.Schmerzen beim Bewegen des Kopfes	Occiput/HW1	Luxation	Halskrause*	gut

* unblutige Reposition in Allgemeinnarkose

Die Wirksamkeit des DMSO wird von verschiedenen Autoren unterschiedlich beurteilt (DE LA TORRE 1975; MENDENHALL et al. 1976; PARKER und SMITH 1979).

Die ε-Aminocapronsäure (EACA) besitzt eine antifibrinolytische Wirkung und wirkt blutungshemmend, wenn eine Gerinnungsstörung vorliegt. Darüber hinaus neutralisiert EACA lysomale Enzyme und schützt hierdurch die Zellmembran (NAFTCHI et al. 1974). Während PARKER und SMITH 1979 eine positive Wirkung des EACA verneinen, weisen CAMPBELL et al. 1974 auf eine besonders gute Wirksamkeit in Verbindung mit Corticosteroiden hin.

DUCKER und HAMIT 1969; OSTERHOLM 1974; YTURRASPE et al. 1975 empfehlen durch den Einsatz von antikatecholaminen Substanzen, wie z.B. Reserpin, der Ausbildung posttraumatischer hämorrhagischer Nekrosen vorzubeugen. MENDENHALL et al. 1976 verwendeten unter klinischen Bedingungen zusätzlich zu einer Operation mehrere der oben genannten Pharmaka gleichzeitig, so daß sich die Wirksamkeit der einzelnen Substanzen nicht überprüfen läßt.

Zusammenfassend sei festgestellt, daß die medikamentelle Therapie nicht nur ein wesentlicher Bestandteil der konservativen Behandlung ist, sondern sie ist auch für den Erfolg einer operativen Therapie unentbehrlich.

4.2. Operative Therapie

Entscheidend für die Indikation eines operativen Eingriffs bei Wirbelsäulenverletzungen ist der neurologische und röntgenologische Befund (GAGE und HOERLEIN 1974). Läßt sich bei einem länger als 6 Stunden zurückliegenden Trauma keine Schmerzreaktion auslösen und ist röntgenologisch eine hochgradige Dislokation der Fragmente nachzuweisen, so wird allgemein von einer irreversiblen Rückenmarkschädigung ausgegangen und nach HOERLEIN 1978 und OLIVER 1972 sollte keine Operation mehr vor-

genommen werden. Dennoch vertreten manche Autoren die Ansicht,daß auch bei fehlender Schmerzempfindung operativ einzugreifen sei, um durch direkte Betrachtung des Verletzungsbereichs das Ausmaß der Rückenmarkschädigung feststellen zu können (MENDENHALL et al. 1976; ARCHIBALD et al. 1981).

Besteht eine Parese, eine Paralyse bei vorhandener Schmerzempfindung, kein Schiff-Sherrington-Phänomen und eine röntgenologisch sichtbare Dislokation von weniger als einem Drittel des Durchmessers des Wirbelkanals, so wird eine Operation als indiziert angesehen (GAGE und HOERLEIN 1974; HOERLEIN 1978; ARCHIBALD et al. 1981).

Bei einer Verschlechterung des neurologischen Befundes während einer konservativen Behandlung sollte stets operativ eingegriffen werden (BAILEY und HOLLIDAY 1975; ARCHIBALD et al.1981). Ebenso sollten instabile Frakturen auch ohne neurologische Ausfallserscheinungen operativ immobilisiert werden (OLIVER 1972; ARCHIBALD et al. 1981).

Abschließend sei hervorgehoben, daß bei gegebener Indikation mit einer sofortigen Operation nicht gezögert werden darf (MENDENHALL et al. 1976; DE LAHUNTA 1977).

Die beiden Bestandteile eines operativen Eingriffs bei Verletzungen der Wirbelsäule sind die Dekompression des Rückenmarks und die Stabilisierung der Wirbelsäule (HOERLEIN 1978).

Einen Überblick über verschiedene Möglichkeiten der operativen Stabilisierung der Wirbelsäule gibt Tabelle 8, während die genauen Operationsbeschreibungen den Lehrbüchern von HOERLEIN 1978 und BOJRAB 1975 zu entnehmen sind.

Tabelle 8: Möglichkeiten der operativen Stabilisierung der Wirbelsäule in der Literatur

Autor(en)	Lokalisation	Methode der Stabilisierung	
		Fixationsort	Implantate
RIEGER 1954	LWS	Cerclagen durch Procc.spinosi	2 gerillte Marknägel + Drahtcerclagen
HOERLEIN 1956, 1978	BWS, LWS, Kreuzbein	Schrauben durch Procc.spinosi	2 Metallplatten, Schrauben und Gegenmuttern
YTURRASPE und LUMB 1972	BWS, LWS, Kreuzbein	Schrauben zwischen Procc.spinosi	2 Plastikplatten, Schrauben und Gegenmuttern
GAGE 1969, 1971 mod.n.HOERLEIN 1978 mod.n.SWAIM 1975	BWS, LWS, Kreuzbein (bes.kleine Hunderassen)	Cerclagen durch Procc.spinosi	intramedullary pin + Drahtcerclagen intramedullary pin + Drahtcerclagen intramedullary pin + Drahtcerclagen
ROUSE und MILLER 1975	BWS, LWS	Wirbelkörper	4 Bohrdrähte + Methylmethacrylat (Knochenzement)
GAGE 1969	BWS, LWS	Wirbelkörper	2 gekreuzte Bohrdrähte
SWAIM 1971	BWS, vordere LWS	Wirbelkörper	4 Loch-Metallplatten und 4 Corticalisschrauben
GEARY et al.1967 OLIVER u.LEWIS 1973 GAGE 1975 CHAMBERS et al. 1977	Atlas/Axis	dorsaler Arcus von HW_1 + Proc. spinosus und HW_2	1 Drahtcerclage 2 Drahtcerclagen Doppelschlinge aus nicht resorbierbarem Kunststoffaden

Im Vordergrund steht jedoch die Dekompression, die durch das Eröffnen des Wirbelkanals zu der für das Rückenmark notwendigen Druckentlastung führt (SWAIM 1975; HOERLEIN 1978). Hierzu wird eine dorsolaterale Hemilaminektomie oder eine dorsale Laminektomie durchgeführt (SWAIM 1975).

Meist wird der ersten Operationstechnik der Vorzug gegeben, da durch das Verbleiben der Dornfortsätze der dorsale Schutz des Rückenmarks erhalten bleibt und die Dornfortsätze für eine eventuelle Stabilisierung herangezogen werden können. Daß dabei ein Teil der Gelenkfortsätze bestehen bleibt, trägt ebenfalls zur besseren Stabilität bei (GAGE und HOERLEIN 1968; SWAIM und VANDEVELDE 1977; HOERLEIN 1978; ARCHIBALD 1981). Auch wenn andere Formen der Fixierung gewählt werden, können sie meist mit einer Hemilaminektomie kombiniert werden (BAILEY und HOLLIDAY 1975). Soll eine möglichst ausgedehnte Dekompression erreicht werden, so kann die Hemilaminektomie bilateral ausgeführt werden (SWAIM und VANDEVELDE 1977).

Stellt sich bei der Betrachtung des Rückenmarks durch die Laminektomiestelle eine irreversible Schädigung heraus (Myelomalazie, Rückenmarksabriß), so sollte die Euthanasie des Hundes erfolgen (PARKER 1975; MENDENHALL et al. 1976; ARCHIBALD et al. 1981).

Eine bessere Übersicht über Art und Ausmaß einer Schädigung kann mit Hilfe der Durotomie erfolgen. Die Durotomie als Maßnahme zur Dekompression ist, wie experimentell nachgewiesen wurde, nur angebracht innerhalb der ersten 2 Stunden nach der Einwirkung eines Traumas, während sie danach nur einer genaueren Prognosestellung dient (PARKER und SMITH 1972, 1974, 1975; PARKER 1975).

Hypotherme oder normotherme Perfusion zeigen auch ohne vorangegangene Durotomie eine positive Wirkung auf das geschädigte Rückenmark, vorausgesetzt, die Perfusion erfolgt möglichst frühzeitig und über mindestens 2 Stunden (ALBIN et al. 1963, 1966, 1967, 1968, 1969; TATOR und DEEKE 1973; SMITH und PAR-

KER 1975; MENDENHALL et al. 1976).

Die Myelotomie stellt die Eröffnung des Rückenmarks durch Längsschnitt entlang der dorsalen Mittellinie bis zum Zentralkanal dar. Bei einer Rhizotomie oder Radikotomie wird die Durchtrennung der Nervenwurzel vorgenommen. Beide Verfahren wurden zwar experimentell zur Bekämpfung einer hämorrhagischen Nekrose des Rückenmarks eingesetzt, doch scheint ihre Wirkung umstritten. Bis auf MENDENHALL et al. 1976, der die Myelotomie auch klinisch einsetzte, halten die einzelnen Autoren die Anwendung dieser beiden Verfahren zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht für gerechtfertigt (OSTERHOLM 1974; PARKER 1975; PSYCHREMBEL 1975; MENDENHALL et al. 1976; HOERLEIN 1978; ARCHIBALD et al. 1981).

Die operative Therapie erfordert nach der Dekompression als nächsten Schritt eine ausreichende Stabilisierung und Immobilisierung der Wirbelsäule (HOERLEIN 1978). In den Tabellen 9, 10 und 11 sind Beispiele für die operative Behandlung von Wirbelsäulenverletzungen in der Literatur aufgeführt.

Tabelle 9: Beispiele der operativen Behandlung von Wirbelfrakturen und/oder -luxationen der Brustwirbelsäule in der Literatur

Autor	n	neurologischer Befund	Wirbelfraktur und/oder -luxation: Lokalisation	Form	Operationsmethode: Dekompression	Stabilisierung	funktionelles Ergebnis
HOERLEIN 1956	1	Paraplegie	BW_6	Kompressionsfraktur	---	1 Platte an Dornfortsätze von BW_5 bis BW_8	mäßig
	1	Paraplegie (spastisch)	BW_{11}-BW_{12}	BW_{12} Kompressionsfraktur mit Luxation	dorsale Laminektomie	2 Platten an Dornfortsätzen v.BW_9 - BW_{13}	gestorben p.op.
ARCHIBALD PENNOCK 1959	1	Paraplegie (spastisch)	BW_{12}-BW_{13}	Fraktur mit Luxation	---	Dornfortsätze v.BW_{11-12} durch nicht resorbierbares Nahtmaterial verbund.	gut
	1	Paraplegie	BW_{11}-BW_{12}	Kompressionsfraktur BW_{11} mit Luxation	---	1 Platte an Dornfortsatz BW_9-BW_{13}	Euth.
SRAGNER 1964	1	Paraplegie	BW_{13}-LW_1	Schrägfraktur BW_{13} mit Luxation	dorsale Laminektomie	--- (äußere Schienung)	(gut)
EHRLEIN 1966	1	Parese der Hinterhand, Schmerzen	BW_{13}-LW_1	Kompressionsfraktur BW_{13} mit Subluxation	---	2 gerillte Marknägel parallel der Dornfortsätze mit Drahtcerclagen befestigt	gut
SWAIM 1971	1	Paraplegie, Schmerzempfindung vorhanden	BW_{12}-BW_{13}	Luxation	Hemilaminektomie	Platte von dorsolateral an Korpus von BW_{12} und BW_{13}	gut
	1		BW_{13}-LW_1	Luxation	Hemilaminektomie	Platte von dorsolateral an Korpus von BW_{12} und LW_1	gut
SWAIM 1972	1	Paraplegie	BW_{12}-BW_{13}	Kompressionsfraktur BW_{12} u.Luxation BW_{12}-BW_{13}	Hemilaminektomie	Platte von dorsolateral an Korpus von BW_{12} und BW_{13}	(gut)
ROUSE MILLER 1975	1	Paraplegie, Schmerzhaftigkeit vorhanden	BW_{12}-BW_{13}		dorsale Laminektomie	6 Bohrdrähte in Korpus von BW_{11} bis BW_{13} und Fixation mit Methylmethaarcylat	gut
DULISCH WITHROW 1979	1	Paraplegie, Schmerzempfinden vorhanden	BW_{12}-BW_{13} BW_{13}-LW_1	Fraktur der Gelenkfortsätze u.Subluxation	--- ---	2 Plastikplatten parallel d. Dornfortsätze mit Schrauben u.Gegenmuttern zwischen den Dornfortsätzen befestigt	(gut) (gut)

Tabelle 10: Beispiele der operativen Behandlung von Wirbelfrakturen und/oder -luxationen der Halswirbelsäule in der Literatur

Autor	n	neurologischer Befund	Wirbelfraktur und/oder -luxation: Lokalisation	Wirbelfraktur und/oder -luxation: Form	Operationsmethode: Dekompression	Operationsmethode: Stabilisierung	funktionelles Ergebnis
GAGE 1968	1	Tetraplegie	HW_1-HW_2	Schrägfraktur des HW_2 mit Dens- u.Luxation, Fraktur Atlasflügel u. Proc.transversus HW_2	dorsale Hemilaminektomie des HW_2	1 Drahtcerclage um dorsalen Atlas von HW_1 u.Proc. spinosus von HW_2	gut
GENDREAU and CAWLEY 1969	2	Ataxie, schmerzhaft im Halsbereich	HW_1-HW_2	Schrägfraktur des HW_2 mit Luxation	---	2 Fingerplatten von ventral an Korpus von HW_2	gut
GAGE 1971	1	Dyspnoe, Tetraplegie, Schmerzempfinden vorhanden	HW_1-HW_2	Fraktur des dorsalen Atlasbogens mit Subluxation HW_2	Entfernung des frakturierten, dorsalen Arcus, Durotomie	1 Drahtcerclage zwischen Proc.spinosus von HW_2 und Occiput	gut
TROTTER 1972	1	schmerzhaft im Halsbereich	HW_1-HW_2	Schrägfraktur des HW_2 mit Dens und Luxation	1.: Hemilaminektomie des HW_1 und HW_2 2.: Laminektomie d.dorsalen Arcus	1 Drahtcerclage um dorsalen Arcus von HW_1 u.Proc.spinosus von HW_2; abgeruscht (äußere Schienung)	gut
OLIVER and LEWIS 1973	1	Tetraplegie	HW_1	Fraktur des dorsalen Arcus	Laminektomie des dorsalen Arcus v. HW_1 u.des Proc. spinosus von HW_2	(Halsverband)	gut
	1	schmerzhaft im Halsbereich	HW_1-HW_2	Schrägfraktur des HW_2 mit Dens und Luxation	dorsale Hemilaminektomie von HW_2	1 Drahtcerclage um Arcus von HW_1 und Proc.spinosus v.HW_2	gut
	1	Tetraparese	HE_1-HW_2	Luxation (ohne Densfraktur)	---	2 Drahtcerclagen um Arcus von HW_1 und Proc.spinosus v.HW_2	gut
	1	Tetraplegie	HW_1-HW_2	Densfraktur mit Lu-	----	1 Drahtcerclage um Ar-	

DELLA and BRASMER 1974		Atemlähmung (14h Beatmungs- u. 95h Sauerstoffzelt)	HW_2-HW_3	tur mit Subluxation	tomie von HW_2-HW_3 Durotomie	Proc.articularis von HW_2 HW_3	gut
HUROV 1979	1	Ataxie	HW_1	Fraktur des dorsalen Arcus	dorsale Laminektomie von HW_1	2 Drahtcerclagen zwischen Proc.spinosus v. HW_2 und Occiput	gut
STONE et al. 1979	1	Tetraplegie	HW_1	Fraktur des dorsalen u.ventralen Arcus	---	dorsal von HW_2 und ventral von HW_1 Drahtcerclage	Euth
	1	Ataxie, schmarzh.im Halsbereich	HW_2	Fraktur des Korpus und Proc.spinosus	dorsale Hemilaminektomie	1 Drahtcerclage um Proc. spinosus HW_2	ggr. Ataxie
	1	schmerzhaft im Halsbereich	HW_2	Schrägfraktur des HW_2 mit Dens u. Luxation	---	von ventral Platte an HW_1, HW_2, HW_3	gut
	1	Ataxie, schmerzh. im Halsbereich	HW_2	Dens- und Gelenkfortsatzfraktur	dorsale Hemilaminektomie	2 Drahtcerclagen um dorsalen Arcus v.HW_1 u.Proc. spinosus von HW_2	gut
	1	Tetraplegie	HW_2-HW_3	beide Gelenkfortsätze rechts	dorsale Laminektomie von HW_2 u. HW_3	---	gestorben
	1	Tetraparese	HW_2	Densfraktur mit Dislokalisation von HW_2 nach lateral	ventrale Laminektomie HW_1, Entfernung des Dens	1 Drahtcerclage zwischen rechtem Atlasflügel und Gelenkfortsatz HW_2	gut
	1	Tetraparese	HW_2	Densfraktur u.Fraktur Proc.spinosus	---	1.Op.: von ventral Platten HW_1, HW_2, HW_3, Schrauben gelockert 2.Op.: 2 Drahtcerclagen um dorsalen Arcus von HW_1 und Proc.spinosus von HW_2	
	1	Ataxie, schmerzh.im Halsbereich	HW_2	1 Monat alte Fraktur des Korpus	ventrale Laminektomie HW_2	[Fraktur war stabil]	gut

Tabelle 11: Beispiele der operativen Behandlung von Wirbelfrakturen und/oder -luxationen der Lendenwirbelsäule in der Literatur

Autor	n	neurologischer Befund	Wirbelfraktur und/oder -lux.		Operationsmethode		funktionelles Ergebnis
			Lokalisation	Form	Dekompression	Stabilisierung	
HOERLEIN 1953	1	Parese der Hinterhand	LW_4-LW_5	Schrägfraktur LW_4 mit Luxation LW_5	---	2 Platten parallel an Dorn-	gut
RIEGER 1954	1	Paraplegie	LW_2-LW_3	Subluxation	---	2 gerillte Marknägel parallel d.Dornfortsätze mit Drahtcerclagen befestigt	gut
MEIER 1957	1	Paraplegie	LW_4-LW_5	Schrägfraktur LW_4 mit Luxation LW_5	---	2 Marknägel parallel der Dornfortsätze m.Drahtcerclagen befestigt	gut
KAVIT 1958	1	Parese der Hinterhand	LW_6-LW_7	Schrägfraktur LW_6 mit Luxation LW_7	Laminektomie	1 Platte parallel an Dornfortsätzen befestigt	(gut)
HUROV 1962	1	Ataxie	LW_2	Fraktur	---	Platte	gut
GLEESON 1964	1	Paraplegie, keine Schmerzempfindung	LW_7-Os sacrum	Schrägfraktur LW_7 mit Luxation Os sacrum	dorsale Laminektomie LW_6 - Os sacrum	Rippe von dorsal implantiert und an Dornfortsatz von LW_5 und Os sacrum befestigt	gut
HARMON 1966	1	Parese der Hinterhand	LW_1	Kompressionsfraktur	---	Platte an Dornfortsätze BW_{13} bis LW_4	gut
BRADNEY 1967	1	Paraplegie	LW_5-LW_6	Schrägfraktur LW_5 mit Luxation LW_6	Laminektomie	2 Platten an Dornfortsätze LW_3-LW_7 und Darmbeinschaufeln	(gut)

SWAIM 1971	1	Paraplegie vorn spastisch	LW_3-LW_4	Schrägfraktur LW_3 mit Luxation LW_4	Hemilaminektomie	Platte von dorsolateral an Korpus von LW_3 und LW_4	gut
ROUSE MILLER 1975	1	Paraplegie, Schmerzempfindung vorhanden	LW_2-LW_3	Luxation	Laminektomie und Durotomie	4 Bohrdrähte in Corpora von LW_2 und LW_3 und Fixation mit Methylmetaacrylat	gut
SLOCUM RUDY 1975	10	Harn- u.Kotinkontinenz; Parese oder Paralyse; Schmerzen	LW_7-Os sacrum	Schrägfraktur LW_7 mit Luxation Os sacrum		1 Nagel quer durch Darmbeinschaufeln kaudal der Basis des Dornfortsatzes von LW_7	9 gut 1 mäßig
COULON 1977	1	Paraplegie spastisch	BW_{13}-LW_1	Schrägfraktur LW_1 mit Luxation	Hemilaminektomie	Drahtcerclage um Dornfortsatz LW_1 und 2 Schrauben in Korpus von BW_{13}	(gut)
BERZON DUELAND 1979	1	Parese der Hinterhand	LW_7 - Os sacrum	Schrägfraktur LW_7 mit Luxation Os sacrum	Laminektomie	1 Bohrdraht + 1 Schraube durch Gelenkfortsätze von LW_7 und Os sacrum	unbefriedigend
DULISCH NICHOLS 1981	1	Parese der Hinterhand, Schmerzempfindung vorhanden	LW_6-LW_7	Schrägfraktur LW_6 mit Luxation LW_7	Laminektomie	2 Plastikplatten parallel der Dornfortsätze mit Schrauben und Gegenmuttern zwischen den Dornfortsätzen u. 2 Bohrdrähten quer durch Darmbeinschaufeln befestigt	gut

4.3. Nachbehandlung

Zusätzlich zu konservativen Maßnahmen und zur operativen Therapie erfordern Hunde mit einem Wirbelsäulentrauma besondere Aufmerksamkeit bei der Nachbehandlung, insbesondere Geduld und Konsequenz.

Neben den üblichen Pflegemaßnahmen eines frisch operierten Patienten muß bei den gelähmten Hunden mit einer Harn- und Kotretention gerechnet werden (siehe Seite 97 ff.). Die regelmäßige Entleerung der Harnblase ist wichtig, um eine Überdehnung der Blasenwand zu vermeiden und um einer Cystitis vorzubeugen. Deshalb sollte die Blasenentleerung mehrmals täglich erfolgen; entweder wenn möglich manuell durch das Ausüben von Druck auf die Bauchdecke oder durch einen sterilen Katheter. Dabei ist einem wiederholten Katheterisieren der Vorzug zu geben, da die Anwendung eines Dauerkatheters beim Hund meist eine Cystitis hervorruft. Oft genügt auch nur das Hinstellen des Tieres, um eine Blasenentleerung zu erreichen, insbesondere wenn sich bereits eine automatische Blase entwickelt hat. Regelmäßige Kontrolle des Harns auf Bakteriengehalt sollte selbstverständlich sein. Die Kotretention stellt ein geringeres Problem dar und ist durch Klysmen meist leicht zu beheben. Manchmal ist auch das digitale Ausräumen des Rectums anzuraten. (OLIVER und SELCER 1974; PARKER 1974; BAILEY und HOLLIDAY 1975; OLIVER 1978; HOERLEIN 1978; BURKE und MURRAY 1979; FENNER 1981; ARCHIBALD et al. 1981).

Das Auftreten von Druckgeschwüren zu vermeiden, stellt eine weitere Aufgabe bei der Betreuung von gelähmten Patienten dar. Die beste Prophylaxe wie auch beste Therapie bei Dekubitus besteht in der Druckentlastung. Durch weiche Unterlagen, häufige Umlagerung, gut gepolsterte Verbände und sorgfältige Hygiene des Fells kann einer Hautschädigung entgegengewirkt werden. (JADESON 1961; BAILEY und HOLLIDAY 1975; PAMPUS und BRUCKHAUSEN 1977; HOERLEIN 1978).

Ein Laufwagen für gelähmte Hunde bietet den Vorteil, daß das Tier einige Stunden am Tag für eine Druckentlastung an den exponierten Stellen selber Sorge trägt. Auch wird dadurch eine Besserung des Allgemeinbefindens erreicht; durch die Bewegung werden Harn- und Kotabsatz gefördert sowie einer Muskelatrophie vorgebeugt (JADESON 1961; LEONARD 1971; WHITTICK 1974; HOERLEIN 1978; KOPF und PUNZET 1978; ARCHIBALD et al. 1981).

Außerdem ist es wichtig, für eine ausgewogene Ernährung des gelähmten Hundes zu sorgen. Neben einer proteinreichen Ernährung, die einer Muskelatrophie vorbeugt, sollte auf weiche Kotkonsistenz geachtet werden, um die Darmentleerung zu erleichtern (BAILEY und HOLLIDAY 1975; HOERLEIN 1978).

Eine weitere Maßnahme stellt die physikalische Therapie dar. Sie setzt sich zusammen aus Gymnastik und Massage der gelähmten Gliedmaßen mit Schwimmen in warmem Wasser sowie der Anwendung von Ultraschall, Infrarotbestrahlung und Elektrostimulation (WHITTICK 1974; PARKER 1974; JADESON 1961).

Da die Pflege von gelähmten Hunden sehr aufwendig ist, empfiehlt es sich, die Hunde möglichst bald zum Besitzer zurückzugeben (LEONARD 1971; HOERLEIN 1978; ARCHIBALD et al. 1981).

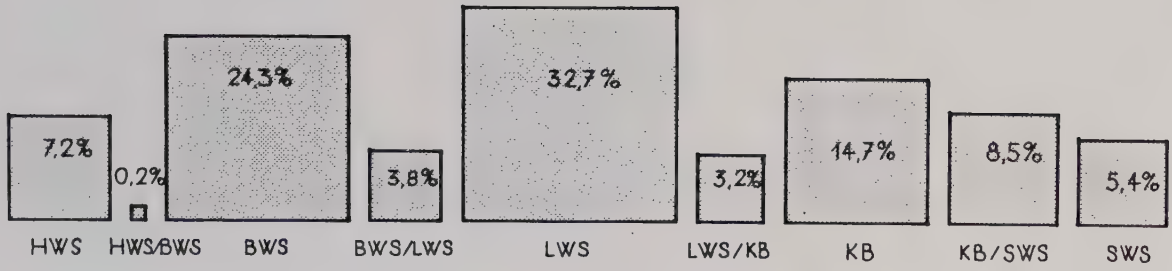
C. DOKUMENTATIONSANALYSE DER JAHRE 1970-1980

1. Häufigkeit, Lokalisation, Verletzungsform

In einem Zeitraum von 11 Jahren (1970-1980) wurden 470 Hunde mit insgesamt 625 Frakturen und/oder Luxationen der Wirbelsäule an der Chirurgischen Universitätstierklinik München vorgestellt. Die Gesamtzahl der Wirbelsäulenverletzungen im Verhältnis zu den einzelnen Abschnitten der Wirbelsäule ist aus Darstellung 1 und Tabelle 12 zu entnehmen. Annähernd ein Drittel (32,7%) der Verletzungen betrafen die Lendenwirbelsäule; die Brustwirbelsäule war mit 24,3 % und das Kreuzbein mit 14,7 % beteiligt. Relativ selten traten Verletzungen an der Hals- und an der Schwanzwirbelsäule auf (7,2 % bzw. 5,4%).

Neben den 5 anatomischen Abschnitten der Wirbelsäule (Hals-, Brust-, Lendenwirbelsäule, Kreuzbein, Schwanzwirbelsäule) wurden die vier dazwischenliegenden Übergänge gesondert aufgeführt, um die hier lokalisierten Luxationen bzw. Luxationsfrakturen erfassen zu können. So betrug der Anteil der Verletzungen am Übergang Kreuzbein/Schwanzwirbelsäule 8,5 %, am Übergang von der Brust- zur Lendenwirbelsäule 3,8 % und am Übergang von der Lendenwirbelsäule zum Kreuzbein 3,2%.

Darstellung 1: Häufigkeit der Verletzungen (n = 625) an den verschiedenen Abschnitten der Wirbelsäule bei 470 Hunden



Von den 470 Patienten erlitten 41 Hunde insgesamt 87 Verletzungen an mehreren Abschnitten der Wirbelsäule. Bei 36 Hunden waren zwei und bei 5 Hunden sogar drei der Wirbelsäulenabschnitte betroffen.

Tabelle 12: Häufigkeit der Wirbelsäulenverletzungen (n = 625) bei 470 Hunden

Lokalisation	n	%	Anzahl der Hunde
HWS	45	7,2	35
HWS/BWS	1	0,2	1
BWS	151	24,3	127
BWS/LWS	24	3,8	24
LWS	205	32,7	143
LWS/KB	20	3,2	20
KB	92	14,7	80
KB/SWS	53	8,5	53
SWS	34	5,4	33
Summe	625	100,0	470 *

* Bei 36 Hunden waren zwei, bei 5 Hunden drei Wirbelsäulenabschnitte zugleich verletzt.

An einer Luxation wie auch an einer Luxationsfraktur sind stets zwei benachbarte Wirbel beteiligt, während die Lokalisation einer Fraktur sich nur auf einen Wirbel bezieht. Im folgenden wird deshalb in Fraktur, Luxation und Luxationsfraktur unterschieden.

Unter einer reinen Wirbel<u>fraktur</u> wird hier eine Zusammenhangstrennung des Knochens verstanden, ohne Verschiebung zu den benachbarten Wirbeln. Die kleinen Wirbelgelenke weisen keine Dislokation auf, und die kranialen wie die kaudalen Gelenkfortsätze sind nicht frakturiert.

Eine Wirbel<u>luxation</u> entsteht durch Zerreißung der zwei Wirbel verbindenden Bänder und der Zwischenwirbelscheibe. Es kommt zur Verschiebung in den kleinen Wirbelgelenken und im Bereich

der Bandscheibe,ohne daß röntgenologisch eine Fraktur nachzuweisen ist.

Die Luxationsfraktur stellt eine Kombination der oben genannten Verletzungsformen dar. Neben Fraktur(en) eines oder beider beteiligten Wirbel kommt es zur Sub- bzw. Luxation, die allerdings röntgenologisch nicht nachweisbar sein muß. So wurde bei Frakturen der Gelenkfortsätze immer von einer Luxationsfraktur ausgegangen, auch wenn zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme keine Stufenbildung nachweisbar war.

Aus funktionellen Gründen wurden Frakturen des Kreuzbeinkörpers mit einer Dislokation der Fragmente ebenfalls bei den Luxationsfrakturen aufgeführt. Frakturen der Kreuzbeinflügel werden hingegen bei den Frakturen erwähnt, auch wenn die Bruchstücke disloziert sind.

Die Häufigkeit der drei Verletzungsformen hinsichtlich der einzelnen Wirbelabschnitte ergibt sich aus Tabelle 13, während die Verteilung auf die einzelnen Wirbel bzw. Wirbelpaare den Darstellungen 2, 3 und 4 zu entnehmen ist. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß zusätzlich zu mehreren Verletzungen an verschiedenen Wirbelsäulenabschnitten auch innerhalb der Bereiche HWS, BWS, LWS, KB oder SWS mehrere Verletzungen und/oder Verletzungsformen bei einigen Hunden vorkamen.

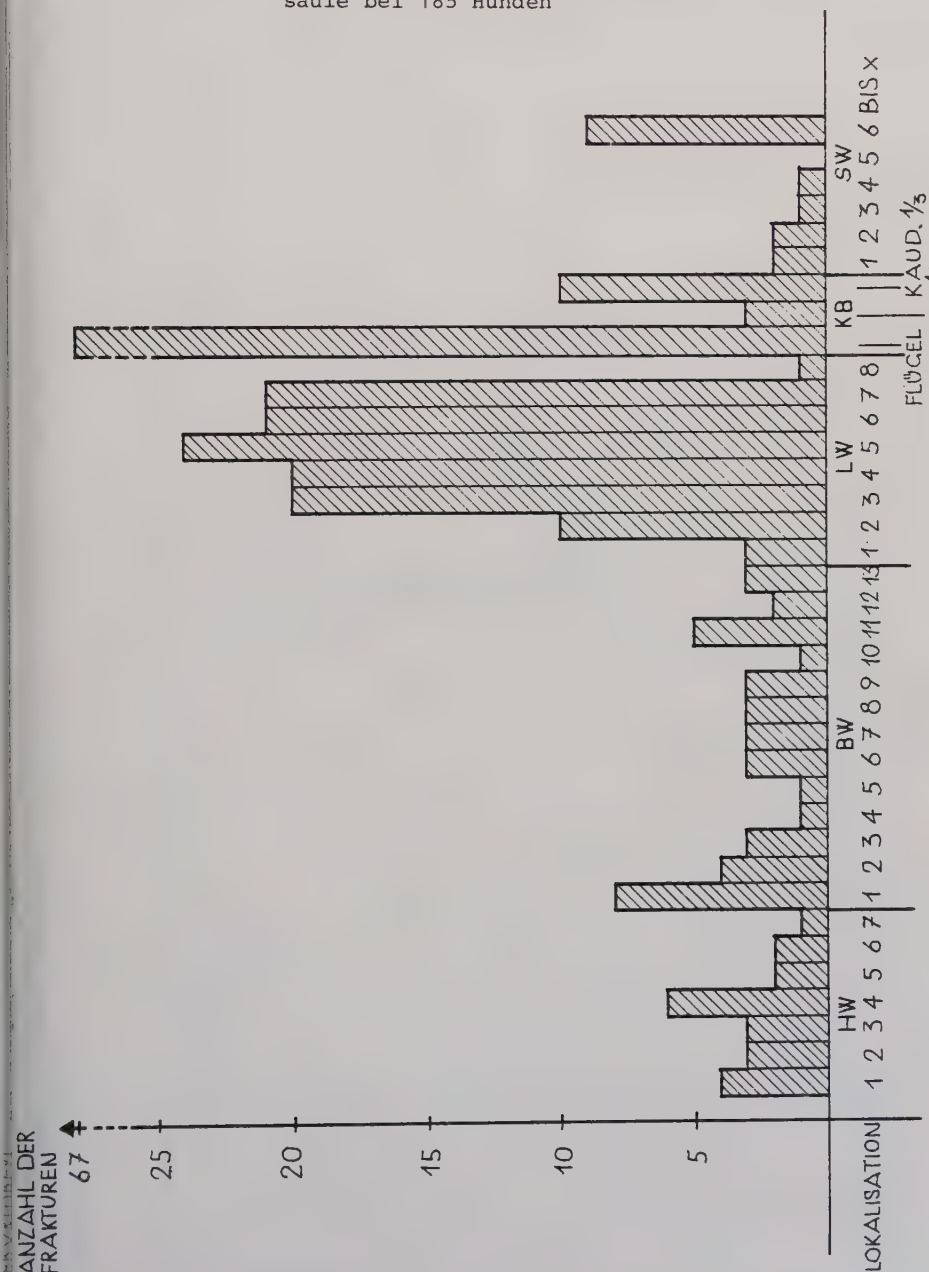
Tabelle 13: Häufigkeit und Form der Verletzungen (n = 625) bei 470 Hunden

Form / Lokalisation	Fraktur		Luxation		Luxationsfraktur		Summe	
	n	(Hd.)	n	(Hd.)	n	(Hd.)	n	(Hd.)
HWS	21	(14)	6	(4)	18	(18)	45	(35)
HWS/BWS	-		-		1	(1)	1	(1)
BWS	40	(28)	35	(35)	76	(70)	151	(127)
BWS/LWS	-		4	(4)	20	(20)	24	(24)
LWS	120	(68)	12	(12)	73	(71)	205	(143)
LWS/KB	-		-		20	(20)	20	(20)
KB	80	(72)	-		12°	(12)	92	(80)
KB/SWS	-		-		53	(53)	53	(53)
SWS	15	(14)	-		19	(19)	34	(33)
Summe	276	(185)	57	(55)	292	(276)	625	(470)*

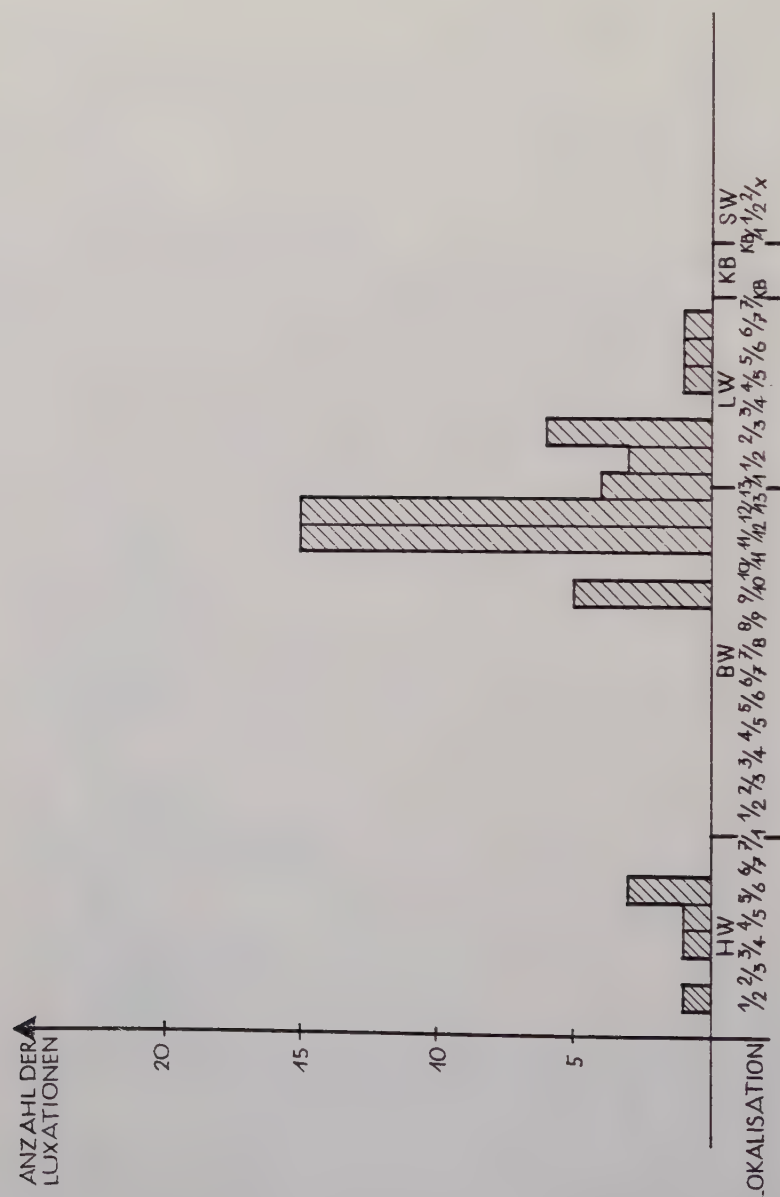
° entspricht den Kreuzbeinkörperfrakturen mit Dislokation (ohne Flügelfrakturen)

* Bei 36 Hunden waren zwei, bei 5 Hunden drei Wirbelsäulenabschnitte zugleich verletzt.

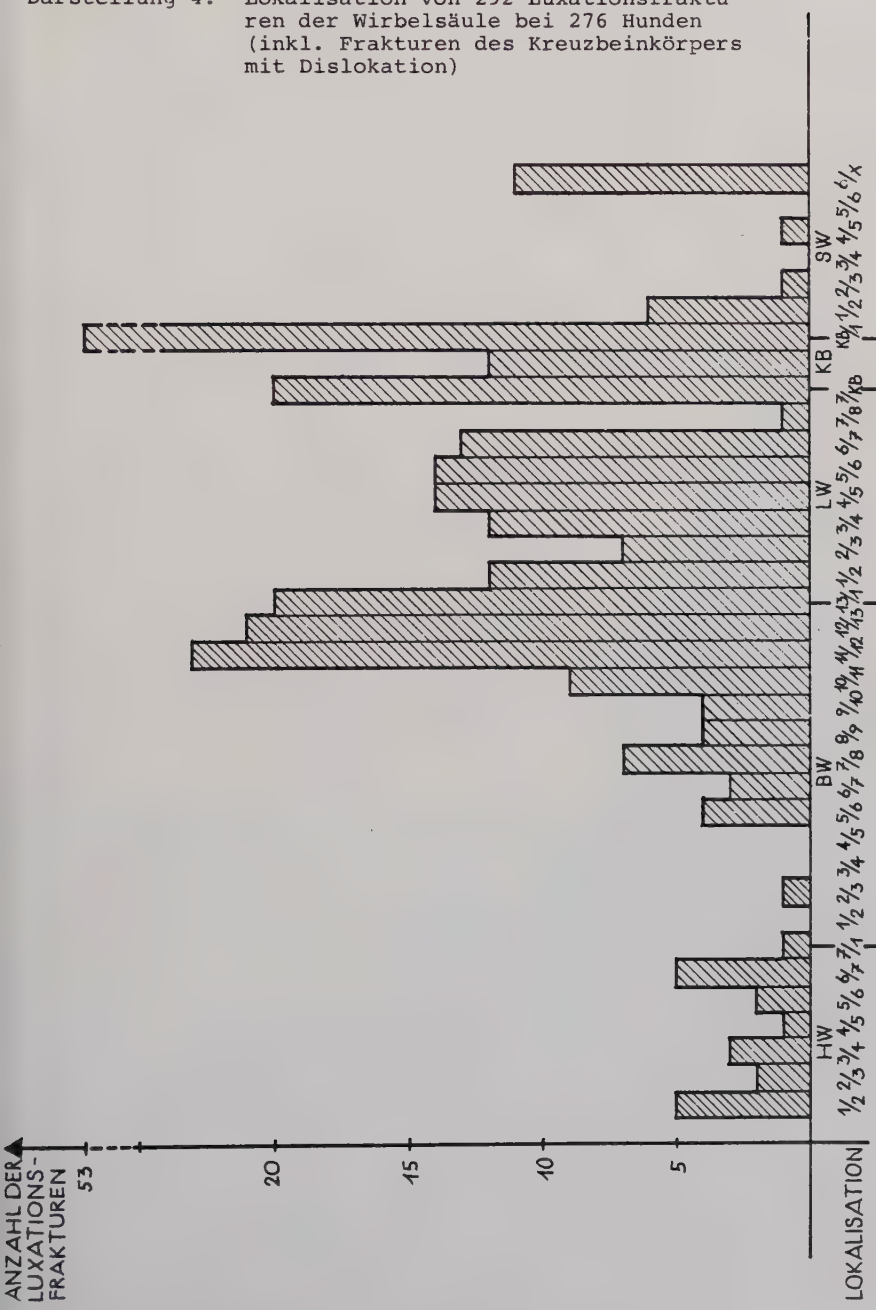
Darstellung 2: Lokalisation von 276 Frakturen der Wirbelsäule bei 185 Hunden



Darstellung 3: Lokalisation von 57 Luxationen der Wirbelsäule bei 55 Hunden



Darstellung 4: Lokalisation von 292 Luxationsfrakturen der Wirbelsäule bei 276 Hunden (inkl. Frakturen des Kreuzbeinkörpers mit Dislokation)



2. Alters-, Geschlechts- und Rasseverteilung

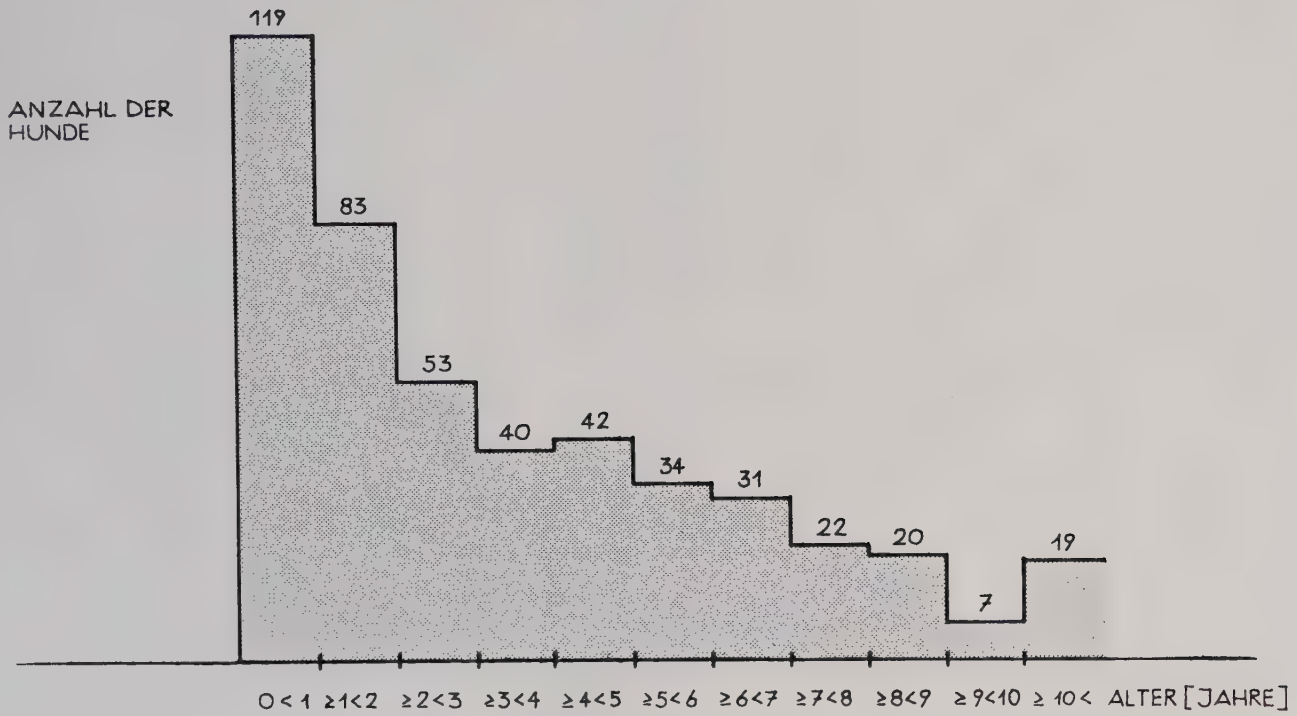
Die Verteilung der Hunde mit Wirbelfraktur bzw. -luxation auf Altersgruppen geht aus Tabelle 14 und Darstellung 5 hervor.

Tabelle 14: Altersverteilung (n = 470 Hund)

Alter	Anzahl	Prozent
0 < 6 Monate	17	3,6
≥ 6 < 12 Monate	102	21,7
≥ 1 < 2 Jahre	83	17,7
≥ 2 < 3 Jahre	53	11,3
≥ 3 < 4 Jahre	40	8,5
≥ 4 < 5 Jahre	42	8,9
≥ 5 < 6 Jahre	34	7,2
≥ 6 < 7 Jahre	31	6,6
≥ 7 < 8 Jahre	22	4,7
≥ 8 < 9 Jahre	20	4,3
≥ 9 < 10 Jahre	7	1,5
≥ 10 Jahre	19	4,0
Summe	470	100,0

In den Altersgruppen bis 2 Jahre waren 43,0 % der verunglückten Hunde zu finden, wobei der größte Anteil (21,7%) auf 6-12 Monate alte Tiere fiel. Mit steigendem Alter nahm die Zahl wirbelsäulenverletzter Hunde kontinuierlich ab.

Darstellung 5: Wirbelsäulenverletzung und Altersverteilung (n = 470 Hunde)



Die Geschlechtsverteilung ergab 59,1 % männliche und 40,9 % weibliche Patienten. Dieses Geschlechtsverhältnis traf annähernd bei Differenzierung in groß- und kleinwüchsige Hunderassen zu (Tabelle 15).

Tabelle 15: Geschlechts- und Rasseverteilung (n = 470 Hunde)

Geschlecht / Rasse	männlich		weiblich		Summe	
	n	%	n	%	n	%
großwüchsig	96	61,9	59	38,1	155	33,0
kleinwüchsig	182	57,8	133	42,2	315	67,0
Summe	278	59,1	192	40,9	470	100,0

Aus Tabelle 16 ist zu ersehen, daß kleinwüchsige Hunderassen etwa doppelt so häufig wie großwüchsige betroffen waren. Besonders häufig vertreten waren der Dackel mit 32,1%, der Pudel mit 15,1% und der Schäferhund mit 13,0%. Alle übrigen Rassen kamen relativ selten vor.

Tabelle 16: Rasseverteilung (n = 470 Hunde)

großwüchsige Rassen	n	%
Dt. Schäferhund	61	13,0
Jagdhunde*	34	7,2
Collie	14	3,0
Boxer	6	1,3
Dalmatiner	5	1,1
Afghane	5	1,1
Dogge	4	0,8
Bernhardiner	4	0,8
andere**	22	4,7
Summe	155	33,0

kleinwüchsige Rassen	n	%
Dackel	151	32,1
Pudel	71	15,1
Spaniel	32	6,8
Yorkshire Terrier	14	3,0
Spitz	13	2,8
Schnauzer	11	2,3
andere Terrier°	10	2,1
Basset	6	1,3
andere°°	7	1,5
Summe	315	67,0

* Dt. Drahthaar 9, Dt. Kurzhaar 7, Wachtel 5, Gr.Münsterländer 3, Pointer 2, Griffon 2, Schweißhunde 2, Bracke 2, Dt.Langhaar 1, Dt. Stichelhaar 1

** Dobermann 3, Chow-Chow 3, Ungar. Hirtenhund 2, Neufundländer 2, Setter 2, Wolfsspitz 2, Berner Sennenhund 1, Bobtail 1, Airdale-Terrier 1, Husky 1, Riesenschnauzer 1, Irisch. Wolfshund 1, Leonberger 1, Saluki 1

° Foxterrier 2, Bullterrier 2, Welsh-Terrier 2, Chairn-Terrier 2, Irisch. Terrier 1, Jagdterrier 1

°° Pekinese 2, Beagle 2, Pinscher 2, Chihuahua 1

3. Ursache der Wirbelfrakturen bzw. -luxationen und zusätzliche Verletzungen

Aufgrund der Anamnese wurde die Ursache der Wirbelverletzung bei 415 Patienten ermittelt (Tabelle 17). Bei 55 Hunden war die Ursache unbekannt.

Tabelle 17: Ursache der Wirbelsäulenverletzung (n = 415 Hunde)

Rasse / Anamnese	großwüchsig		kleinwüchsig		Summe	
	n	%	n	%	n	%
Verkehrsunfall	110	80,3	238	85,6	348	83,9
Sturz/Sprung	12	8,8	16	5,8	28	6,7
Beißerei	1	0,7	16	5,8	17	4,1
Schlag/Tritt	5	3,6	7	2,5	12	2,9
eingeklemmt	6	4,4	1	0,3	7	1,7
Schuß	3	2,2	-	-	3	0,7
Summe	137	100,0	278	100,0	415	100,0

Bei 83,9 % der Hunde war die Verletzung auf einen Verkehrsunfall zurückzuführen. Diese Unfallursache kam bei groß- wie bei kleinwüchsigen Rassen etwa gleich häufig vor. Eine Beziehung zwischen Alter des Tieres und Ursache der Verletzung läßt erkennen, daß besonders junge Hunde bis zu 3 Jahren im Straßenverkehr verunfallten. Die Anamnese Sturz oder Sprung wurde ebenfalls vornehmlich bei jungen Hunden erhoben.

Beißereien, die bei insgesamt 4,1 % der Hunde angegeben wurden, betrafen mit einer Ausnahme nur kleinwüchsige Hunde. Der eine Hund großwüchsiger Rasse erlitt dabei eine Verletzung der Schwanzwirbelsäule, während bei den 16 kleinwüchsigen Hunden sechsmal die Hals-, fünfmal die Brust- und viermal die Lendenwirbelsäule betroffen war. Einer dieser Hunde erlitt zugleich eine Verletzung der Brustwirbelsäule und des Übergangs

BWS/LWS. Es waren bevorzugt über drei Jahre alte Tiere an den Beißereien beteiligt.

Bei den Einklemmungsverletzungen dominierten großwüchsige Rassen, wobei es sich stets um eine Verletzung der Schwanzwirbelsäule handelte. Der einzige kleinwüchsige Hund wurde im Bereich des Thoraco-lumbalen Übergangs verletzt.

Bei 287 der 470 vorgestellten Hunde (ca. 61%) wurden 461 zusätzliche Verletzungen diagnostiziert (Tabelle 18 und 19). Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden bei der Aufgliederung in die einzelnen Wirbelsäulenabschnitte die Zusatzverletzungen der Übergänge zum jeweils kaudal gelegenen Abschnitt gerechnet. Nur die Nebenverletzungen bei den Luxationsfrakturen zwischen Kreuzbein und Schwanzwirbelsäule wurden zum Kreuzbein gezählt. Hunde mit zusätzlichen Verletzungen in zwei oder mehr Wirbelsäulenabschnitten sind an beiden bzw. mehreren Stellen aufgeführt.

Hunde mit Verletzungen der Hals- bzw. der Schwanzwirbelsäule wiesen relativ selten zusätzliche Verletzungen auf. Halswirbelsäuleverletzungen waren meist von Schocksymptomen begleitet (11 Patienten), während bei einem Trauma der Schwanzwirbelsäule am häufigsten eine Beckenfraktur zusätzlich bestand. Auffallend hoch war die Zahl der Verletzungen der Lendenwirbelsäule und des Kreuzbeins. Da Luxationen des Ileosakralgelenkes meist in Verbindung mit Beckenfrakturen auftraten, wurden diese in Tabelle 18 unter den Beckenbrüchen aufgeführt. Rippenfrakturen, Hämato-, Pneumo- und Hämatopneumothorax waren häufige Befunde im Zusammenhang mit Verletzungen der Brustwirbelsäule, sie traten aber auch bei der Lendenwirbelfraktur bzw. -luxation auf. Etwa ein Drittel der Zusatzverletzungen im Bereich der Brust- bzw. Lendenwirbelsäule entfielen auf den Schock. Alle übrigen Zusatzverletzungen traten selten auf.

Tabelle 18: Zusatzverletzungen (Skelettsystem)

Lokalisation / Art der Verletzung	HWS	BWS	LWS	KB	SWS	Summe
Beckenfrakturen	-	12	39	83	7	141
Femurfraktur	-	6	10	11	2	29
Unterschenkelfraktur	-	3	9	16	2	30
Lux.ossis femoris	-	3	9	8	3	23
Metatarsalfraktur	-	-	-	1	-	1
Rippenfraktur	-	15	7	1	1	24
Scapulafraktur	-	1	1	1	-	3
Humerusfraktur	-	-	1	1	-	2
Unterarmfraktur	1	-	1	1	-	3
Bänderriß-Carpus	-	-	1	1	-	2
Zehenfraktur	-	-	-	1	-	1
Schädelfraktur	1	1	2	1	-	5
Unterkieferfraktur	-	-	2	1	1	4
Caninusfraktur	-	-	1	-	-	1
Summe	2	41	83	127	16	269

Tabelle 19: Zusatzverletzungen (Weichteile)

Lokalisation / Art der Verletzung	HWS	BWS	LWS	KB	SWS	Summe
Haematothorax	-	5	5	3	-	13
Pneumothorax	-	7	1	1	2	11
Haematopneumothorax	-	1	4	1	-	6
Commotio cerebri	1	1	1	1	1	5
Schürfwunden	1	-	2	-	1	4
Hernia abdominalis	-	1	1	-	-	2
Hernia inguinalis	-	-	-	1	-	1
Zwerchfellruptur	-	1	-	-	1	2
Milzruptur	-	1	1	-	-	2
Leberruptur	-	-	-	2	-	2
Rectusabriß	-	-	1	-	-	1
Thoraxperforation	-	1	-	-	-	1
Tracheaverletzung	1	-	-	-	-	1
Schwanznekrose	-	-	-	-	1	1
Schock	11	38	57	30	4	140
Summe	14	56	73	39	10	192

Die Anzahl der zusätzlichen Verletzungen pro Hund kann Tabelle 20 entnommen werden. Daraus ist zu ersehen, daß ca. 96 % der Hunde mit 2 oder mehr zusätzlichen Verletzungen eine Läsion der Brust- oder Lendenwirbelsäule oder des Kreuzbeins aufwiesen. Bei Frakturen bzw. Luxationen der Hals- oder Schwanzwirbelsäule waren selten mehr als eine Nebenverletzung festzustellen.

Tabelle 20: Anzahl der zusätzlichen Verletzungen pro Hund (n = 287 Hunde)

Lokalisation / Anzahl der Verletzungen	HWS	BWS	LWS	KB	SWS	n
eine zusätzl. Verletzung	13	27	56	48	15	159
zwei zusätzl. Verletzungen	-	18	34	38	2	92
Polytrauma ≧ 3 zusätzl. Verletzungen	1	9	10	14	2	36

4. Verletzungsart, Neurologische Ausfallserscheinungen, Behandlung und Ergebnis

140 Hunde wurden im Durchschnitt nach 42,2 Monaten (von 2 Monaten bis 10 1/2 Jahren) kontrolliert. Der Beurteilung lag dabei bei 63 Tieren der klinisch-neurologische und der röntgenologische Befund zugrunde. Bei 77 weiteren Patienten erfolgte die Überprüfung anhand von Fragebögen, die den Besitzern, denen eine Wiedervorstellung ihres Hundes in der Klinik nicht möglich war, zur Beantwortung zugeschickt worden waren.

Ein Behandlungsergebnis wurde als "gut" bewertet, wenn der Hund bei der Kontrolluntersuchung keine neurologischen Ausfälle zeigte und lahmheitsfrei lief. Als "(gut)" mit Vorbehalt wurde das Behandlungsergebnis der Hunde bezeichnet, die zum Zeitpunkt der Entlassung aus dem stationären Aufenthalt keine neurologischen Beschwerden mehr hatten, aber zu einer Nachuntersuchung nicht zur Verfügung standen. Ein "schlechtes" Ergebnis besagt, daß der neurologische Zustand des Patienten sich nicht besserte bzw. für den Besitzer auf die Dauer untragbar war, so daß der Hund eingeschläfert wurde. Unter einem "mäßigen" Ergebnis wurden alle diejenigen Hunde aufgeführt, die neurologische Ausfallserscheinungen bei der Kontrolluntersuchung zeigten. Als "(mäßig)" mit Vorbehalt galt das Behandlungsergebnis von Patienten, die zum Zeitpunkt der Entlassung nicht völlig frei von neurologischen Beschwerden waren, aber sich insoweit gebessert hatten, daß sie zur Weiterpflege den Besitzern übergeben werden konnten. Für eine Nachuntersuchung standen diese Hunde nicht zur Verfügung. Bei der Auswertung der Fragebögen galt als "gutes" Ergebnis, wenn der Hund ohne Ausfallserscheinungen laufen konnte, keine Beschwerden bei Harn- und Kotabsatz zeigte und im Falle einer Schwanzwirbelsäulenverletzung die Rute willkürlich bewegte.

Im folgenden wurde in konservative und operative Therapiemaßnahmen unterschieden. Die konservative Therapie bestand

neben der Verabreichung von Corticosteroiden und dem Einsatz der Osmotherapie aus der Ruhigstellung des Patienten durch Käfigruhe, die in wenigen Fällen noch durch das Anlegen eines Verbandes unterstützt wurde.

Harn- und Kotabsatz wurden überwacht und gegebenenfalls unterstützt. Sobald das akute, schmerzhafte Stadium vorüber war, wurde mit Massagen und vorsichtiger Gymnastik begonnen.

Da die Methoden der operativen Behandlung vielfältig waren, werden sie im einzelnen je nach Fall an entsprechender Stelle erörtert. Für die Nachbehandlung dieser Therapieform galt im wesentlichen das oben für die konservative Behandlung Gesagte.

Da die anatomischen Verhältnisse der einzelnen Wirbelsäulenbereiche und damit Verletzungsart, ebenso wie die neurologischen Ausfallserscheinungen und die Behandlung variieren, erscheint es aus Gründen der Übersichtlichkeit gerechtfertigt, im folgenden die verschiedenen Abschnitte der Wirbelsäule getrennt zu besprechen.

4.1. Halswirbelsäule und Übergang HWS/BWS

An der Halswirbelsäule traten insgesamt 45 Verletzungen bei Hunden auf, während am Übergang Halswirbelsäule zur Brustwirbelsäule nur ein Hund von einer Luxationsfraktur betroffen war. Damit stellten die Verletzungen der Halswirbelsäule 7,2 % und die des Übergangs HWS/BWS 0,2 % aller im Bereich der Wirbelsäule ermittelten Frakturen und/oder Luxationen dar (siehe Darstellung 1 und Tabelle 12). Insgesamt konnten hier bei 14 Hunden 18 Luxationsfrakturen, bei 4 Hunden 6 Luxationen und bei 18 Hunden 18 Luxationsfrakturen diagnostiziert werden (siehe Tabelle 13). Die Lokalisation ist den Darstellungen 2, 3 und 4 zu entnehmen. Eine Aufgliederung in die einzelnen Verletzungsarten enthält Tabelle 21.

Tabelle 21: Verletzungen der Halswirbelsäule bei 35 Hunden (n = 45)

	n		n
Frakturen	21	Kompressionsfraktur ohne Einengung des Wirbelkanals	1
		Epiphysiolysis caudalis	1
		Proc. spinosus Fraktur	7
		Proc. transversus Fraktur	12
Luxationen	6		
Luxationsfrakturen	18	Schrägfraktur des Korpus	6
		Proc.articularis Fraktur	7
		Abrißfraktur der Extremitas caudalis	1
		Densfraktur	2
		Luxation und Proc. spinosus Fraktur	1
		Luxation und Proc. transversus Fraktur	1
Summe	45		45

Der einzige Hund mit einer Verletzung des Übergangs HWS/BWS hatte eine Luxationsfraktur mit Fraktur der Procc.articulares craniales erlitten und zusätzlich Verletzungen im Bereich der vorderen Brustwirbelsäule. Neurologisch zeigte der Hund eine Tetraplegie. Die Behandlung erfolgte konservativ. Das Tier wurde nach 14 Tagen, da keinerlei Besserung eintrat, euthanasiert,und der Sektionsbefund ergab massive Blutungen im gesamten Wirbelkanal.

Die neurologischen Befunde von 31 Hunden mit Verletzungen an der Halswirbelsäule sind in Tabelle 22 zusammengefaßt. Bei 4 Patienten waren Frakturen der Procc. spinosi oder transver-

si der Halswirbel nur Nebenbefunde. Diese vier Hunde zeigten keine neurologischen Ausfälle, wurden aber aufgrund schwerwiegender anderer Verletzungen eingeschläfert.

Tabelle 22: Verletzungen der Halswirbelsäule und neurologischer Befund bei 31 Hunden

Art der Verletzung / neurologischer Befund	Fraktur	Luxation	Luxationsfraktur	Summe
Paralyse	1	3	8	12
Parese	3	-	6	9
Schmerzhaftigkeit	2	1	3	6
kein neurologischer Ausfall	3	-	1	4
Summe	9	4	18	31

Zusätzlich zur Parese wurde öfter eine Schmerzhaftigkeit des Halses festgestellt. In den Tabellen wurden die Hunde aber stets unter dem neurologisch schwerwiegenderen Befund, also unter Parese aufgeführt.

Für die Entscheidung, ob eine entsprechende Therapie eingeleitet oder das Tier euthanasiert werden soll, ist der neurologische Befund von größerer Bedeutung als der Röntgenbefund. Aus diesem Grund wurden in Tabelle 23 die neurologischen Befunde der Therapie dem Ergebnis der Behandlung gegenübergestellt.

Tabelle 23: Neurologischer Befund, Behandlungsart und Ergebnis bei 31 Hunden mit Verletzungen der Halswirbelsäule

neurologischer Befund	n	Euthanasie bzw. Behandlungsart	n	Ergebnis der Behandlung						
				Kontrollbefund				Entlassungsbefund		
				n	gut	mäßig	schlecht (Euthanasie)	n	(gut)	?
Paralyse	12	8 Euthanasie 4 konservativ		3	2		1	1	1	
Parese	9	1 Euthanasie 2 operativ 6 konservativ		2 4	1 3	1	1	2	1	1
Schmerzhaftigkeit	6	2 operativ 4 konservativ		2 3	3		2	1	1	
kein neurologischer Ausfall	4	4 konservativ		3	3			1		1
Summe	31	9 Euthanasie 4 operativ 18 konservativ		4 13	1 11	1	2 2	5	3	2

Von den 35 vorgestellten Hunden mit einer Verletzung der Halswirbelsäule wurden 13 sofort euthanasiert, ohne daß ein Behandlungsversuch unternommen wurde. Vier der Hunde hatten schwerwiegende andere Verletzungen, davon einer eine Luxationsfraktur des thorakolumbalen Übergangs mit Paraplegie. Die übrigen 9 Hunde wurden wegen schlechter bis aussichtsloser Prognose bzw. auf Wunsch des Besitzers eingeschläfert. 22 Patienten wurden behandelt, 4 Hunde operativ und 18 konservativ.

Alle 4 operierten Hunde wiesen eine Luxationsfraktur auf. Die Methode und das Ergebnis der operativen Behandlung sind den Tabellen 23 und 24 zu entnehmen. Bei einem Hund (Pointer), der ein "gutes" Ergebnis aufwies, war röntgenologisch eine Spondylodese der versorgten Wirbel zu erkennen. "Mäßig" besagt in einem Fall (Dt. Schäferhund), daß der Hund die erste Zeit nach der Behandlung beschwerdefrei lief, dann aber zunehmend eine leichte Ataxie in der Hinterhand zeigte. 2 Jahre nach der Operation hatte das Tier eine Parese, die sich weiter verschlechterte, so daß es 5 Jahre p.op. aufgrund dieses Befundes eingeschläfert werden mußte. Bei einer Röntgenkontrolle 2 Jahre p.op. wurde der Verdacht einer Einengung des Wirbelkanals infolge starker Kallusbildung geäußert. Der Hund stand für eine Sektion nicht zur Verfügung, so daß die Ursache der zunehmenden Verschlechterung pathologisch-anatomisch nicht völlig abgeklärt werden konnte. 2 der operierten Hunde wurden euthanasiert: der Dt. Kurzhaar, weil sich sein neurologischer Befund verschlechtert hatte und der Pudel, obwohl er bei Entlassung laufen konnte, auf Wunsch des Besitzers beim Haustierarzt.

Tabelle 24: Operativ versorgte Verletzungen der Halswirbelsäule bei 4 Hunden

Rasse	Luxationsfraktur	neurologischer Befund	Art der Behandlung	Euthanasie	kontrolliert	Ergebnis
Pointer	HW_4 Fraktur der Procc.articul.cran. mit Luxation $HW_{3/4}$ u.HW_4 Fraktur des Proc.transv.rechts	Parese	von ventral Platte an Korpus von HW_3 und HW_4		n. 4 Jahren	gut
Dt.Schäferhund	HW_3 Abrißfraktur der Extremitas cand. mit Luxation $HW_{3/4}$	Parese	1. von ventral T-Plättchen an Korpus von HW_3 zur Fixation der Extremitas cand. 2. von dorsal 2 Schrauben durch die kleinen Wirbelgelenke von $HW_{3/4}$	nach 5 Jahren	nach 2 Jahren Verschlechterung bis zur Parese*	mäßig*
Dt. Kurzhaar	Densfraktur	schmerzhaft	Fixation des Dens mit 1 Minischraube	nach 32 Tagen	Sektion ergab Einengung des Rückenmarks durch reichlich Detritusmaterial im Epiduralraum	
Pudel	HW_6 Schrägfraktur des Korpus mit Luxation $HW_{6/7}$	schmerzhaft	von ventral 1 T-Plättchen an Korpus von HW_6 und HW_7	nach 4 Tagen	auf Wunsch des Besitzers beim Haustierarzt; keine Sektion	

*nähere Angaben siehe Text

Von den 18 konservativ behandelten Hunden mußten 2 Tiere mit Paralyse bzw. Parese infolge einer Luxationsfraktur eingeschläfert werden, da klinisch keine Besserung eintrat (siehe Tabelle 23). Bei 4 Hunden wurde die konservative Therapie noch durch einen Halsverband unterstützt. 2 Hunde hatten eine offene Fraktur erlitten. Bei diesen Tieren wurde außer der Ruhigstellung eine Wundbehandlung durchgeführt. Keiner dieser Hunde zeigte neurologische Ausfallserscheinungen; es fanden sich Frakturen des Proc. transversus und/oder des Proc. spinosus eines oder mehrerer Halswirbel.

Insgesamt konnten von den 16 entlassenen Patienten 11 Hunde kontrolliert werden. Der Therapieerfolg ist in allen 11 Fällen als "gut" zu bezeichnen (siehe Seite 97 und Tabelle 23). Von den 5 Patienten, die nicht nachuntersucht werden konnten, zeigten 3 (je einer mit Paralyse, Parese und Schmerzhaftigkeit) bereits zum Zeitpunkt der Entlassung ein "(gutes)" Ergebnis (siehe Tabelle 23).

4.2. Brustwirbelsäule und Übergang BWS/LWS

Die Anzahl der registrierten Verletzungen der Brustwirbelsäule belief sich auf 151 bei 127 Hunden. Von 16 Hunden mit Verletzungen an mehreren Brustwirbeln wurden bei 6 Hunden auch verschiedene Verletzungsarten festgestellt. Ein Hund erlitt gleichzeitig eine Luxationsfraktur sowie zwei Frakturen und fünf Hunde zeigten zugleich eine Luxationsfraktur und eine Fraktur im Bereich der Brustwirbelsäule. Bei fünf Hunden waren zwei, bei vier Hunden drei und bei einem Hund fünf thorakale Wirbel betroffen.

Insgesamt wurden bei 28 Hunden 40 Frakturen, bei 35 Hunden 35 Luxationen und bei 70 Hunden 76 Luxationsfrakturen im Bereich der Brustwirbelsäule festgestellt (siehe Tabelle 13).

Der Übergang Brust- zur Lendenwirbelsäule war bei 24 Hunden betroffen. Es wurden vier Luxationen und 20 Luxationsfrakturen diagnostiziert (siehe Tabelle 13).

Damit stellten die Verletzungen der Brustwirbelsäule 24,3 % und die des Übergangs Brustwirbelsäule/Lendenwirbelsäule 3,8 % aller im Bereich der Wirbelsäule (siehe Tabelle 12 und Darstellung 1). Die genaue Lokalisation der Verletzungen geht aus den Darstellungen 2, 3 und 4 hervor, während die einzelnen Fraktur- bzw. Luxationsformen den Tabellen 25 und 26 zu entnehmen sind.

Tabelle 25: Verletzungen der Brustwirbelsäule bei 127 Hunden (n = 151)

	n			n
Frakturen	40	Kompressionsfraktur	ohne Einengung des Wirbelkanals	5
			mit Einengung (gesplittert, Trümmerfraktur)	5
		Epiphysiolysis caudalis		3
		Absprengungsfraktur an der Extremitas caudalis		5
		Proc. spinosus Fraktur		22
Luxationen	35	Luxation		29
		Subluxation		6
Luxationsfrakturen	76	Schrägfraktur des Korpus		38
		Proc. articularis bzw. Arcus Fraktur		13
		Epiphysiolysis mit Luxation	cranialis	8
			caudalis	4
		Abrißfraktur der Extremitas caudalis mit Luxation		1
		Luxationsfraktur und Proc. spinosus Fraktur		7
		Luxation und Proc. spinosus Fraktur		5
Summe	151			151

Tabelle 26: Verletzungen des Übergangs BWS/LWS bei 24 Hunden (n = 24)

	n		n
Luxationen	4		
Luxationsfrakturen	20	Schrägfraktur des Korpus	12
		Proc. articularis bzw. Arcus Fraktur	4
		Epiphysiolysis caudalis mit Luxation	1
		Luxation und Proc.costarius Fraktur	1
		Luxationsfraktur und Proc. spinosus Fraktur	2
Summe	24		24

Die neurologischen Befunde nach Verletzungen der Brustwirbelsäule sind aus Tabelle 27 zu ersehen.
Es wurden nur 119 Hunde in dieser Tabelle berücksichtigt, da die Proc. spinosus Frakturen bei 8 Hunden als Nebenbefund zu werten waren. Von diesen 8 Hunden hatten 3 Tiere eine schwerwiegendere Verletzung an einem anderen Wirbelsäulenabschnitt. Die übrigen 5 Hunde wiesen andere gravierende Verletzungen auf. Vier dieser Hunde wurden aufgrund der ungünstigen Prognose eingeschläfert, während ein Hund infolge der schweren Verletzungen starb.

Die sechs Hunde, die sowohl Frakturen als auch Luxationsfrakturen an der Brustwirbelsäule erlitten hatten, wurden in Tabelle 27 unter "Luxationsfrakturen" aufgeführt. In diesen Fällen ist anzunehmen, daß der neurologische Ausfall aufgrund der Luxationsfraktur und nicht aufgrund der zusätzlichen Fraktur entstand, zumal es sich in fünf Fällen um Proc.spinosus

Frakturen und in einem Fall um eine Absprengfraktur der Extremitas caudalis ohne Luxation handelte.

Tabelle 27: Verletzungen der Brustwirbelsäule und neurologischer Befund bei 119 Hunden

Art der Verletzung / neurologischer Befund	Fraktur	Luxation	Luxationsfraktur	Summe
Paralyse	8	34	65	107
davon vorne spastisch	1	5	16	
davon hinten spastisch	-	3	-	
Parese	2	1	3	6
Schmerzhaftigkeit	1	-	2	3
kein neurologischer Ausfall	3	-	-	3
S u m m e	14	35	70	119

Tabelle 28 ist zu entnehmen, welche Maßnahmen je nach neurologischem Befund getroffen wurden. Drei polytraumatisierte Hunde (zwei mit Paraplegie, einer mit Schmerzhaftigkeit im Bereich der hinteren Brustwirbelsäule) starben, ehe eine Therapie eingeleitet werden konnte. In Tabelle 28 sind deshalb nur 116 Hunde angeführt.

Tabelle 28: Neurologischer Befund, Behandlungsart und Ergebnis bei 116 Hunden mit Verletzungen der Brustwirbelsäule

neurologischer Befund	n	Euthanasie bzw. Behandlungsart	n	Exitus letalis während der Operation	Ergebnis der Behandlung						
					Kontrollbefund				Entlassungsbefund		
					n	gut	mäßig	schlecht (Euthanasie)	n	(gut)	(mäßig)
Paralyse	105	72 Euthanasie									
		14 operativ		1	13	2	3	8			
		19 konservativ			18	4		14	1		1
Parese	6	2 operativ		1							
		4 konservativ			4	3		1	1		1
Schmerzhaftigkeit	2	2 konservativ			1	1			1	1	
kein neurologischer Ausfall	3	3 konservativ			1	1			2	2	
Summe	116	72 Euthanasie									
		16 operativ		2	13	2	3	8	1		1
		28 konservativ			24	9		15	4	3	1

Bei 72 Hunden mit einer Verletzung im Bereich der Brustwirbelsäule und Paraplegie wurde kein Behandlungsversuch unternommen. Die Tiere wurden wegen schlechter Prognose oder auf Wunsch der Besitzer sofort, nachdem die Diagnose gestellt worden war eingeschläfert. Somit wurden 44 Hunde behandelt, davon 16 Patienten operativ und 28 konservativ (siehe Tabelle 28).

Von den 16 Hunden, die operativ behandelt wurden, starben 2 intra operationem. Die Methode und das Ergebnis der Behandlung bei den übrigen 14 Patienten sind Tabelle 29 (Luxationen) und Tabelle 30 (Luxationsfrakturen) zu entnehmen.

Tabelle 29: Operativ versorgte Luxationen der Brustwirbelsäule bei 6 Hunden

Rasse	Luxation	neurologischer Befund	Art der Behandlung	Euthanasie	kontrolliert	Ergebnis
Dt. Kurzhaar	BW_{12}/BW_{13}	Paraplegie	von dorsal 2 Schrauben durch die kleinen Wirbelgelenke von $BW_{12/13}$		nach 7 Jahren	gut
Fox-Terrier	BW_{12}/BW_{13}	Paraplegie u.vorne spastisch	von dorsal 1 Schraube durch die kleinen Wirbelgelenke u. 1 Drahtcerclage durch die Procc.spin. von BW_{12} u.BW_{13}		nach 3 1/2 Jahren	gut
Dt.Schäferhund	BW_{12}/BW_{13}	Paraplegie	dorsale Laminektomie BW_{12}/BW_{13} u.1 Drahtcerclage durch die Procc.spin. von BW_{11} und LW_1	nach 1 1/2 Jahren	zuerst gut, dann nach 1 1/2 Jahren Verschlechterung bis zur Parese. Sektion ergab Narbenfibrose der Arachnoidea u. Duraverknöcherung	
Spaniel	BW_{12}/BW_{13}	Paraplegie	von dorsal je eine Drahtcerclage durch die Gelenkfortsätze u.1 Drahtcerclage durch die Procc.spin.von BW_{12} u. BW_{13}	nach 8 Tagen	keine Besserung Sektion ergab totalen Rückenmarksabriß	
Dt.Schäferhund	BW_9/BW_{10}	Paraplegie	von dorsal 1 Schraube durch das rechte kleine Wirbelgelenk von $BW_{9/10}$	nach 8 Wochen	keine Besserung keine Sektion	
Pudel	BW_{12}/BW_{13}	Paraplegie	von dorsal 1 Schraube durch die kleinen Wirbelgelenke von $BW_{12/13}$	nach 5 Wochen	keine Besserung keine Sektion	

Rasse	Luxationsfraktur	neurolog. Befund	Art der Behandlung	Euthanasie	kontrolliert	Ergebnis
Pudel	BW_8 Epiphysiolysis cran.mit Luxation BW_7/BW_8 u. Fraktur d. Proc.spin.von BW_7	erst Parese, dann hinten spastisch	dorsale Laminektomie BW_7 u.2 Bohrdrähte mit Drahtcerclagen parallel zu den Procc.spin. befestigt		nach 1 1/2 Jahren	mäßig (geringgradig schwankend in der Nachhand)
Dt. Drahthaar	BW_{13} Proc.articul. cran. Fraktur mit Luxation BW_{12}/BW_{13}	Paraplegie und vorne spastisch	von dorsal 2 Schrauben durch die kleinen Wirbelgelenke von $BW_{12/13}$ u.2 Bohrdrähte mit Drahtcerclagen parallel zu d.Procc.spin.befestigt		nach 4 Jahren	mäßig (leicht bis kaum schwankend in der Nachhand)
Dt. Schäferhund	Kompressionsfraktur von BW_{12} mit Luxation BW_{12}/BW_{13}	Paraplegie	von dorsal 2 Schrauben durch die kleinen Wirbelgelenke von $BW_{12/13}$ u.2 Platten mit Schrauben parallel zu den Procc.spin.befestigt		nach 1 Jahr	mäßig (n.10 Tagen Implantatausriß; geht geringgradig schwank.
Dt. Schäferhund	BW_{13} Epiphysiolysis cran. mit Luxation $BW_{12/13}$	Parese	von dorsal je 1 Schraube durch die kleinen Wirbelgelenke von $BW_{12/13}$		nein	(mäßig) (leicht schwankend in der Nachhand bei Entlassung
Pudel	BW_8 Schrägfraktur d. Korpus mit Luxation $BW_{8/9}$	Paraplegie	von dorsal 1 Platte mit Schrauben parallel zu den Procc.spin. von BW_8 u.BW_9 befestigt	nach 1 1/2 Jahren	schlecht (nach 4 Monaten Implantatausriß; 1 1/2 Jahre lang Paraplegie, Harn- u.Kotinkontinenz)	
Dalmatiner	BW_6 Abrißfraktur d. Extremitas cand. mit Luxation $BW_{6/7}$ u.Fraktur d.Proc. spin. von BW_6	Paraplegie und vorne spastisch	dorsale Laminektomie BW_6 u. 2 Bohrdrähte mit Drahtcerclagen parallel zu den Procc.spin. befestigt	nach 38 Tagen	keine Besserung und Implantatlockerung Sektion ergab Kompression des Rückenmarks	
Riesenschnauzer	BW_{11} Fraktur im Arcusbereich	Paraplegie und vorne spastisch	von dorsal 2 Platten mit Schrauben u.1 Drahtcerclage an Procc. spin. befestigt	nach 7 Tagen	Infektion keine Sektion	
Dt. Schäferhund	BW_{11} Schrägfraktur d.Korpus mit Luxation $BW_{11/12}$	Paraplegie	von dorsal 1 Platte mit Schrauben parallel zu d.Procc.spinosi befestigt	nach 10 Tagen	Implantatausriß Sektion ergab hämorrhagische Nekrose des Rückenmarks	

Die konservative Therapie bei 28 Hunden mit Verletzungen der Brustwirbelsäule (siehe Tabelle 28) wurde in zwei Fällen durch einen Rumpfverband (Light-Cast^{R}) unterstützt. Diese beiden Patienten, der eine mit Paraplegie, der andere mit Paraplegie und spastischen Vorderextremitäten, wurden nach 14 bzw. 2 Tagen euthanasiert, da keine Besserung des neurologischen Zustands eintrat. Weitere 12 Hunde mit Paraplegie wurden nach einer durchschnittlichen Behandlungszeit von 11 Tagen eingeschläfert, da keine deutliche Besserung zu erkennen war (siehe Tabelle 28). Bei 4 Hunden, ebenfalls mit Paraplegie, war das Ergebnis der Kontrolluntersuchung nach durchschnittlich 6 Jahren "gut". Von diesen Tieren hatten drei Absprengungsfrakturen an der kaudalen Extremitas eines Brustwirbels und eine Luxation zwischen $BW_{11/12}$ erlitten. Ein weiterer Hund mit Paraplegie und einer Luxationsfraktur konnte nicht kontrolliert werden; bei diesem Tier war zum Zeitpunkt der Entlassung aus der stationären Behandlung (nach 32 Tagen) ein "(mäßiges)" Ergebnis zu verzeichnen, d.h. es lief noch etwas schwankend in der Hinterhand.

Von 4 Patienten mit Parese (siehe Tabelle 28) wurde ein Hund mit Luxationsfraktur nach 3 Tagen eingeschläfert. Sein neurologischer Zustand hatte sich zunehmend verschlechtert und die Sektion ergab massive Blutungen im gesamten Wirbelkanal. Die übrigen drei Hunde, zwei mit Frakturen (Absprengungsfrakturen an der Extremitas caudalis) und einer mit Luxation zwischen $BW_{12/13}$, wurden nach durchschnittlich 3 Jahren nachuntersucht und zeigten ein "gutes" Heilungsergebnis.

Das Behandlungsergebnis bei fünf Hunden, zwei mit Luxationsfrakturen und drei mit Frakturen (1 x Kompressionsfraktur, 2 x Proc. spinosus Frakturen), ohne neurologischen Ausfall bzw. mit Schmerzhaftigkeit im Bereich der Wirbelsäule war "gut" bzw. "(gut)" mit Vorbehalt. Zwei dieser Hunde wurden nach 1 bzw. 2 Jahren kontrolliert. Bei den übrigen 3 Hunden bezieht sich das "(gute)" Ergebnis auf den Zustand im Augenblick der Entlassung aus der stationären Behandlung (siehe Tabelle 28).

Von den 24 Hunden mit Luxationen oder Luxationsfrakturen des thorako-lumbalen Übergangs wurden 17 Tiere wegen schlechter Prognose oder auf Wunsch des Besitzers sofort euthanasiert. Bei 7 Patienten wurde ein Therapieversuch unternommen, bei 4 Hunden operativ und bei 3 Hunden konservativ (Tabelle 31).

Tabelle 31: Neurologischer Befund, Behandlungsart und Ergebnis bei 24 Hunden mit Verletzungen des Übergangs BWS/LWS

neurologischer Befund n	Euthanasie bzw. Behandlungsart n	Ergebnis der Behandlung				
		Kontrollbefund			Entlassungsbefund	
		n	gut	schlecht (Euthan.)	n	(mäßig)
Paralyse 24	17 Euthanasie					
	4 operativ	4	1	3		
	3 konservativ	2	2		1	1

Alle vier der operierten Hunde wiesen eine Luxationsfraktur auf. Methode und Ergebnis der operativen Behandlung sind aus Tabelle 32 zu entnehmen. Bei einem Patienten, der nach 1 1/2 Jahren kontrolliert wurde, war das Ergebnis "gut". Zwei der vier operierten Hunde mußten nach 9 bzw. 60 Tagen eingeschläfert werden, da keine Besserung des neurologischen Befundes zu erkennen war. Bei einem dieser Hunde war eine zusätzliche Luxationsfraktur im vorderen Bereich der Brustwirbelsäule zunächst übersehen worden. Ein Hund mußte zwei Tage p. op. eingeschläfert werden, da das Implantat ausgerissen war und sich dadurch der erst deutlich gebesserte neurologische Zustand - der Patient konnte bereits wieder stehen - schlagartig verschlechterte und eine erneute Paraplegie auftrat (siehe Tabelle 32).

Tabelle 32: Operativ versorgte Verletzungen des BWS/LWS-Übergangs bei 4 Hunden

Rasse	Luxationsfraktur	neurologischer Befund	Art der Behandlung	Euthanasie	kontrolliert	Ergebnis
Dt. Drahthaar	LW_1 Fraktur des rechten Proc.articularis cran. von LW_1 mit Luxation BW_{13}/LW_1	Paraplegie	von dorsal 1 Schraube durch das kleine Wirbelgelenk u.2 Rekonstruktionsplatten mit Schrauben parallel zu den Procc.spin. befestigt		nach 1 1/2 Jahren	gut
Beagle	BW_{13} Schrägfraktur des Korpus mit Luxation BW_{13}/LW_1	Paraplegie	von dorsal 1 Schraube quer durch beide kleine Wirbelgelenke	nach 2 Tagen	Implantatausriß Sektion ergab massive Kompression des Rückenmarks	
Dt. Schäferhund	Luxation BW_{13}/LW_1 mit Fraktur des Proc.costarius LW_1	Paraplegie und vorne spastisch	von dorsal 1 Schraube durch linke Procc.articul.u. 1 Drahtcerclage um die Procc.spin. BW_{13} und LW_1	nach 9 Tagen	zusätzliche Luxationsfraktur $BW_{5/6}$ zunächst übersehen keine Sektion	
Bullterrier	LW_1-Kompressionsfraktur mit Luxation BW_{13}/LW_1	Paraplegie	von dorsal 1 Schraube durch linke Procc.articul. u. 1 Drahtcerclage um die Procc.spin. BW_{13} u. LW_1	nach 60 Tagen	keine Besserung keine Sektion	

Bei drei Hunden mit Luxationsfrakturen am Übergang Brustwirbelsäule/Lendenwirbelsäule und Paraplegie wurde eine konservative Behandlung durchgeführt. Zwei Hunde konnten nach 1 bzw. 7 Jahren nachkontrolliert werden und zeigten keine Ausfallserscheinungen mehr, d.h. das funktionelle Ergebnis war gut. Der andere Hund konnte bei Entlassung nach 50 Tagen Klinikaufenthalt mit Unterstützung der Nachhand schwankend laufen. Das Behandlungsergebnis wurde als "(mäßig)" gewertet. Eine Spätkontrolle konnte nicht durchgeführt werden (siehe Tabelle 31).

4.3. Lendenwirbelsäule und Übergang LWS/KB

Die Verletzungen der Lendenwirbelsäule stellen 32,8 %, die des Übergangs zum Kreuzbein 3,2 % aller im Bereich der Wirbelsäule ermittelten Verletzungen (siehe Darstellung 1 und Tabelle 12). Insgesamt wiesen 143 Hunde 205 Verletzungen der Lendenwirbelsäule auf, während am Übergang Lendenwirbelsäule zum Kreuzbein 20 Hunde verletzt wurden. Hier traten ausschließlich Luxationsfrakturen auf. Dagegen wurden im Bereich der Lendenwirbelsäule bei 68 Hunden 120 Frakturen, bei 12 Hunden 12 Luxationen und bei 71 Hunden 73 Luxationsfrakturen festgestellt (siehe Tabelle 13).

Von den 33 Hunden mit Verletzungen an mehreren Lendenwirbeln wiesen 8 verschiedene Verletzungsformen auf. 5 Hunde erlitten gleichzeitig eine Luxationsfraktur und eine Fraktur. Die übrigen 3 Hunde hatten eine Luxationsfraktur in Kombination mit zwei (1 Hund) bzw. drei (2 Hunde) Frakturen der Lendenwirbelsäule. Mit Frakturen an mehreren lumbalen Wirbeln konnten 23 Hunde ermittelt werden. Bei 12 Hunden waren zwei, bei 5 Hunden drei, bei 5 Hunden vier und bei 1 Hund sogar sechs Lendenwirbel betroffen. Bei 2 Hunden wurden gleichzeitig zwei Luxationsfrakturen von Lendenwirbeln festgestellt.

Eine Aufstellung der einzelnen Fraktur- bzw. Luxationsformen ist Tabelle 33 zu entnehmen.

Tabelle 33: Verletzungen der Lendenwirbelsäule bei 143 Hunden (n = 205)

	n			n
Frakturen	120	Kompressionsfraktur	ohne Einengung des Wirbelkanals	3
			mit Einengung des Wirbelkanals (gesplittert, Trümmerfraktur)	7
		Epiphysiolysis caudalis		2
		Epiphysiolysis cranialis		3
		Absprengfraktur der Extremitas caudalis		4
		Absprengfraktur der Extremitas cranialis		6
		Proc. spinosus Fraktur		19
		Proc. costarius Fraktur		76
Luxationen	12	Luxation		9
		Subluxation		3
Luxations-frakturen	73	Schrägfrakturen des Korpus		41
		Proc. articularis bzw. Arcus Frakturen		1
		Epiphysiolysis mit Luxation	cranialis	3
			caudalis	7
		Luxationsfraktur und Proc. spinosus Fraktur		13
		Luxationsfraktur und Proc. costarius Fraktur		7
		Luxationsfraktur und Proc. spinosus und Proc. costarius Fraktur		1
Summe	205			205

Tabelle 34: Verletzungen des Übergangs LWS/Kreuzbein bei 20 Hunden (n = 20)

	n		n
Luxations-frakturen	20	Schrägfraktur des Korpus	18
		Proc. articularis bzw. Arcus Fraktur	1
		Luxationsfraktur und Proc. costarius Fraktur	1

In Tabelle 35 werden Verletzungsart und neurologischer Befund gegenübergestellt. Es wurden 122 der 143 Hunde mit Verletzungen im Bereich der Lendenwirbelsäule berücksichtigt, da bei 21 Hunden die Frakturen von Proc. spinosus bzw. costarius nur als Nebenbefunde zu werten waren. Von diesen 21 Hunden wiesen 9 schwerwiegendere Verletzungen in einem anderen Wirbelsäulenabschnitt auf, die übrigen 12 Hunde schwerwiegende andere Verletzungen, darunter 5 mal Beckenfrakturen. 11 der 21 Hunde mußten wegen schlechter Prognose der zusätzlichen Verletzungen oder auf Wunsch des Besitzers eingeschläfert werden. Bei den übrigen 10 Hunden wurde die Wirbelsäulenverletzung konservativ behandelt.

Die 8 Hunde mit zwei verschiedenen Verletzungsformen (Luxationsfraktur und Fraktur) im Bereich der Lendenwirbelsäule wurden in der Tabelle 35 unter Luxationsfraktur geführt, zumal es sich bei den zusätzlichen Frakturen um Proc. spinosus bzw. costarius Frakturen handelte, die keinen neurologischen Ausfall erwarten ließen.

Tabelle 35: Verletzungen der Lendenwirbelsäule und neurologischer Befund bei 122 Hunden

Art der Verletzung / neurologischer Befund		Fraktur	Luxation	Luxationsfraktur	Summe
Paralyse		18	10	58	86
	davon vorne spastisch	4	-	14	
	davon hinten spastisch	1	-	-	
Parese		6	2	11	19
Inkontinenz		1	-	1	2
Schmerzhaftigkeit		1	-	-	1
kein neurologischer Ausfall		13	-	1	14
Summe		39	12	71	122

Am Übergang Lendenwirbelsäule zum Kreuzbein hatte 1 Hund röntgenologisch eine Luxationsfraktur ohne neurologische Ausfallserscheinungen, während er zusätzlich Beckenfrakturen erlitt, die weit schwerwiegender zu beurteilen waren. Deshalb wurde auch hier die Verletzung der Wirbelsäule als Nebenbefund gewertet.

Tabelle 36, die die neurologischen Befunde der Patienten mit Luxationsfraktur am Übergang Lendenwirbelsäule/Kreuzbein aufzeigt, berücksichtigt deshalb nur 19 Hunde.

Tabelle 36: Luxationsfrakturen des Übergangs LWS/Kreuzbein und neurologischer Befund bei 19 Hunden

Paralyse		12
	davon vorne spastisch	1
Parese		6
kein neurologischer Ausfall		1
Summe		19

Von den Tieren mit Verletzungen der Lendenwirbelsäule starben zwei polytraumatisierte Hunde, bevor eine entsprechende Behandlung der Wirbelverletzung eingeleitet werden konnte. In Tabelle 37, die neurologischen Befund und Behandlungsart einander gegenüberstellt, sind deshalb nur 120 Hunde aufgeführt. Es wurden insgesamt 10 Hunde operativ und 54 Hunde konservativ behandelt, während 56 Hunde wegen schlechter Prognose oder auf Wunsch des Besitzers euthanasiert wurden (Tabelle 37).

Von den 10 Hunden, die operativ behandelt wurden, starben 2 noch während des Eingriffs. Methode und Ergebnis der Behandlung bei den übrigen 8 Hunden ist Tabelle 38 zu entnehmen.

Tabelle 37: Neurologischer Befund, Behandlungsart und Ergebnis bei 120 Hunden mit Verletzungen der Lendenwirbelsäule

neurologischer Befund	n	Euthanasie bzw. Behandlungsart		Exitus letalis während der Operation	Ergebnis der Behandlung							
					Kontrollbefund				Entlassungsbefund			
		n			n	gut	mäßig	schlecht (Euthan.)	n	(gut)	(mäßig)	?
Paralyse	84	56	Euthanasie									
		7	operativ	2	4		1	3	1			1
		21	konservativ		20	9	1	10	1		1	
Parese	19	3	operativ		3	3						
		16	konservativ		12	11		1	4	3	1	
Blasen- und Mastdarmlähmung	2	2	konservativ		1		1		1	1		
Schmerzhaftigkeit	1	1	konservativ		1	1						
kein neurologischer Ausfall	14	14	konservativ		8	8			6	6		
Summe	120	56	Euthanasie									
		10	operativ	2	7	3	1	3	1			1
		54	konservativ		42	29	2	11	12	10	2	

Tabelle 38: Operativ versorgte Verletzungen der Lendenwirbelsäule bei 8 Hunden

Rasse	Frakturform	neurologischer Befund	Art der Behandlung	Euthanasie	kontrolliert	Ergebnis
Bracke	LW_3 Epiphysiolysis der Extremitas cran. mit Luxation $LW_{2/3}$	Parese	von dorsal 2 Schrauben durch die kleinen Wirbelgelenke von $LW_{2/3}$		nach 2 Jahren	gut
Dt.Schäferhund	Subluxation LW_1/LW_2	Parese	von dorsal 1 Schraube quer durch beide Wirbelgelenke u.1 Drahtcerclage durch die Procc.spin. von LW_1 u.LW_2		nach 3 1/2 Jahren	gut
Wachtel	LW_6 Schrägfraktur des Korpus mit Luxation LW_6/LW_7	Parese	von dorsal Proc.spin.von LW_6 entfernt, 2 Schrauben in d.Lamina verankert, daran u.an d.Proc. spin.von LW_5 2 Drahtcerclagen befestigt		nach 2 Jahren	gut
Yorkshire Terrier	LW_2 u.LW_3 Fraktur d. Procc.articul. mit Luxation LW_2/LW_3	Paraplegie u. vorne ab und zu spastisch	von dorsal eine Platte mit Schrauben parallel zu den Procc.spin. befestigt		nach 3 1/2 Jahren	mäßig (läuft etwas schwankend in der Nachhand)
Spitz	$LW_{4/5}$ Luxation mit Fraktur der Procc. cost. LW_4 u.LW_5 li.	Paraplegie	von dorsal 2 Schrauben durch die kleinen Wirbelgelenke u.1 Drahtcerclage durch Procc.spin.LW_4 u. LW_5	unbekannt		
Spaniel	LW_6 Schrägfraktur des Korpus mit Luxation $LW_{5/6}$ u. Procc.spin. Fraktur LW_6 u. LW_7	Paraplegie	von dorsal frakturierter Proc. spin.von LW_6 entfernt;Drahtcerclage durch d.kleinen Wirbelgel.	nach 4 Wochen	keine Besserung keine Sektion	
Dackel	LW_2 Kompressionsfraktur mit Einengung des Wirbelkanals	Paraplegie	von dorsal Hemilaminektomie	nach 29 Tagen	keine deutliche Besserung; keine Sektion	
Pudel	Luxation LW_1/LW_2 mit Frakturen beid.Procc. spin. u.d.Procc.cost. einer Seite von LW_1 und LW_2	Paraplegie und vorne spastisch	von dorsal 2 Schrauben durch die kleinen Wirbelgelenke von LW_1/LW_2	nach 13 Tagen	Implantatausriß Sektion ergab Rückenmarksabriß bei erhaltenem Duraschlauch	

Eine konservative Therapie bei Verletzungen der Lendenwirbelsäule wurde bei 54 Hunden durchgeführt (siehe Tabelle 37). In 2 Fällen wurde zusätzlich ein Rumpfverband (Light-Cast^{R}) angelegt. Einer dieser beiden Hunde mit Paraplegie war zugleich spastisch in den Vordergliedmaßen. Er hatte eine Luxationsfraktur im Bereich LW_1/LW_2. Da keine Besserung der Symptome eintrat, wurde der Hund nach 10 Tagen eingeschläfert. Die Sektion ergab einen Rückenmarksabriß. Der andere Patient, der mit einer Rumpfschale behandelt wurde, zeigte eine Paraplegie nach Kompressionsfraktur des LW_3. Bei Entlassung nach 15 Tagen konnte er mit Unterstützung stehen und hatte selbständigen Harn- und Kotabsatz. Dieser Hund wurde 8 Wochen danach auf Wunsch des Besitzers beim Haustierarzt eingeschläfert. Eine Sektion konnte nicht durchgeführt werden.

Von den übrigen 19 konservativ behandelten Patienten mit Paraplegie mußten noch weitere 8 Hunde nach einer Behandlungszeit von durchschnittlich 21 Tagen eingeschläfert werden da keine Besserung des neurologischen Befundes eintrat bzw. der Besitzer es wünschte. Die Kontrolluntersuchung nach durchschnittlich 45 Monaten ergab bei 10 Hunden ein "gutes" Ergebnis, während bei 1 Patienten das Ergebnis nur als "mäßig" gewertet wurde. Laut Auskunft des Besitzers (Fragebogen) lief der Hund leicht schwankend in der Nachhand und hatte Schwierigkeiten beim Kotabsatz. Von einem weiteren Hund ist das Ergebnis nicht bekannt. Er konnte bei der Entlassung nach 14 Tagen mit Unterstützung stehen, was in Tabelle 37 als "(mäßiges)" Ergebnis eingestuft wurde.

16 Hunde mit Parese (siehe Tabelle 37) wurden ebenfalls konservativ behandelt. Einer dieser Hunde wurde nach 6 Monaten wegen einer Harn- und Kotinkontinenz euthanasiert. Bei 11 weiteren Patienten (4 mit Frakturen, 2 mit Luxationen und 5 mit Luxationsfrakturen) wurde bei der Kontrolle nach durchschnittlich 41 Monaten ein "gutes" Ergebnis festgestellt.

4 Hunde konnten nicht nachuntersucht werden. 3 von ihnen waren jedoch bereits bei der Entlassung nach durchschnittlich 12 Tagen ohne neurologische Ausfälle. Ein Patient lief bei Entlassung nach 4 Tagen noch schwankend in der Hinterhand, weshalb das Behandlungsergebnis als "(mäßig)" gewertet wurde.

Ein Hund, der mit Blasen- bzw. Mastdarmlähmung eingeliefert wurde, lief zwar bei der Kontrolluntersuchung noch 1 Jahr ohne Lahmheit, wies aber keinen selbständigen Harn- und Kotabsatz auf, weshalb sein Behandlungsergebnis als "mäßig" eingestuft wurde. Bei einem weiteren Hund mit Blasenlähmung konnte keine Kontrolle durchgeführt werden. Er zeigte jedoch bereits bei der Entlassung nach 8 Tagen selbständigen Harnabsatz (siehe Tabelle 37).

Ein "gutes" Ergebnis wurde bei der Nachuntersuchung eines Hundes festgestellt, der lediglich Schmerzhaftigkeit im Bereich der Lendenwirbelsäule gezeigt hatte, ebenso wie bei 8 Hunden ohne neurologische Ausfallserscheinungen. 6 Hunde, die nicht weiterverfolgt werden konnten, wurden bereits bei Entlassung als "(gut)" bewertet (siehe Tabelle 37).

Bei Verletzungen am Übergang Lendenwirbelsäule(Kreuzbein) entschloß man sich in 8 Fällen zur Euthanasie, während 11 Hunde konservativ behandelt wurden. Operative Maßnahmen wurden bei keinem Hund durchgeführt. Die Ergebnisse der konservativen Behandlung sind Tabelle 39 zu entnehmen. Bei der Nachuntersuchung nach durchschnittlich 41 Monaten wurde bei 6 Patienten ein "gutes" Ergebnis festgestellt. Ein Hund wurde nach 33 Tagen wegen Harn- und Kotinkontinenz eingeschläfert. Zu diesem Zeitpunkt konnte er bereits wieder stehen und begann zu laufen. Von 4 Hunden, die nicht nachuntersucht werden konnten, zeigte einer bereits bei der Entlassung nach 12 Tagen keine Ausfallerscheinungen mehr, während 2 Hunde bei der Entlassung nach 10 bzw. 18 Tagen zwar laufen konnten, aber nicht ohne Lahmheit. Letztere Befunde wurden als "(mäßig)" beurteilt. Als "(schlecht)" wurde das Behandlungsergebnis

eines Hundes gewertet, der bei Entlassung nach 9 Tagen nicht selbständig stehen konnte, sondern nach kurzer Zeit in der Hinterhand einbrach.

Tabelle 39: Neurologischer Befund, Behandlungsart und Ergebnis bei 19 Hunden mit Luxationsfrakturen des Übergangs LWS/Kreuzbein

neurologischer Befund n	Euthanasie bzw. Behandlungsart n	Ergebnis der Behandlung						
		Kontrollbefund			Entlassungsbefund			
		n	gut	schlecht (Euthan.)	n	(gut)	(mäßig)	(schlecht)
Paralyse 12	8 Euthanasie 4 konservativ	2	1	1	2	(1)	(1)	
Parese 6	6 konservativ	4	4		2		(1)	(1)
kein neurologischer Ausfall 1	1 konservativ	1	1					
Summe 19	8 Euthanasie 11 konservativ	7	6	1	4	(1)	(2)	(1)

4.4. Kreuzbein mit Übergang Kreuzbein/SWS und Schwanzwirbelsäule

Am Kreuzbein wurden 92 Verletzungen bei 82 Hunden ermittelt. Somit ist das Kreuzbein mit 14,7 % an der Gesamtzahl der Wirbelsäulenverletzungen beteiligt. Die 53 Luxationsfrakturen am Übergang KB/SWS entsprechen 8,5 % und die 34 Verletzungen der Schwanzwirbelsäule bei 33 Hunden 5,4 % aller im Bereich der Wirbelsäule ermittelten Frakturen und/oder Luxationen (siehe Tabelle 12 und Darstellung 1).

Bei 72 Hunden wurden 80 Kreuzbeinfrakturen ohne und bei 12 Hunden 12 Kreuzbeinfrakturen mit Dislokation festgestellt. 7 Hunde hatten mehr als eine Fraktur erlitten, davon 2 Hunde beidseitige Kreuzbeinflügelfrakturen. Zusätzlich zu einer Absprengfraktur des Kreuzbeinflügels fanden sich bei 3 Hunden eine Fraktur der Pars lateralis des kaudalen und bei einem Hund Frakturen der Pars lateralis im Bereich des mittleren und des hinteren Kreuzbeindrittels. Ein Hund wies Frakturen der beiden Procc. spinosi des mittleren und des kaudalen Drittels auf. In 4 weiteren Fällen wurde zusätzlich zur Kreuzbeinflügelfraktur je eine Kreuzbeinkörperfraktur mit Dislokation diagnostiziert. Die einzelnen Frakturformen sind Tabelle 40 zu entnehmen.

Tabelle 40: Frakturformen des Kreuzbeins bei 80 Hunden (n = 92)

	n
Absprengfrakturen des Kreuzbeinflügels	67
Querfrakturen ohne Dislokation	2
Epiphysiolysis caudalis ohne Dislokation	1
Fraktur der Pars lateralis	8
Proc. spinosus Fraktur	2
Querfrakturen mit Dislokation	12
Summe	92

Am Übergang Kreuzbein zur Schwanzwirbelsäule wurden bei 53 Hunden ausschließlich Luxationsfrakturen vorgefunden. Hinsichtlich der Bruchform überwog am Kreuzbein die Schrägfraktur des Korpus im kaudalen Drittel mit Dislokation des hinteren Fragments. Nur je einmal wurde eine Fraktur des Arcus im letzten Kreuzbeindrittel bzw. eine Absprengung der Extremitas caudalis des Kreuzbeins, in beiden Fällen mit Dislokation des nachfolgenden Wirbelsäulenabschnitts, festgestellt.

Im Bereich der Schwanzwirbelsäule wiesen 14 Hunde 15 Frakturen und 19 Hunde ebenso viele Luxationsfrakturen auf. Bei einem Hund wurden 2 Proc. transversus Frakturen diagnostiziert. Die einzelnen Verletzungen zeigt Tabelle 41.

Tabelle 41: Verletzungen der Schwanzwirbelsäule bei 33 Hunden (n = 34)

	n		n
Frakturen	15	Kompressionsfraktur ohne Dislokation	2
		Querfraktur des Korpus ohne Dislokation	6
		Querfraktur des Korpus mit Dislokation	2
		Epiphysiolysis caudalis	1
		Proc. transversus Fraktur	4
Luxations-frakturen	19	Schrägfraktur des Korpus	17
		Epiphysiolysis caudalis	2
Summe	34		34

Neurologische Ausfallserscheinungen wurden nach Kreuzbeinflügelfrakturen nicht beobachtet. Die 67 Kreuzbeinflügelfrakturen bei 65 Hunden traten meistens zusammen mit Beckenfrakturen auf. Nur bei 2 Hunden wurden isolierte Frakturen des Kreuzbeinflügels festgestellt. Einer dieser Hunde mußte wegen einer schwereren Verletzung in einem anderen Wirbelsäulenabschnitt eingeschläfert werden, der andere lief nach konservativer Therapie bei der Kontrolluntersuchung 1 1/2 Jahre später lahmheitsfrei. Zum Zeitpunkt der Einlieferung in die Klinik hatte er das Hinterbein der betroffenen Seite nicht belastet. Im Gegensatz dazu konnte eine Lahmheit der Hinterhand der übrigen 63 Hunde wegen Überlagerung mit den von den Bekkenfrakturen ausgehenden Symptomen nicht beurteilt werden. 2 Hunde starben an lebensbedrohlichen anderen Verletzungen und 19 Hunde wurden auf Wunsch des Besitzers euthanasiert. 15 von diesen Patienten hatten schwerwiegende Beckenfrakturen und 4 Hunde Verletzungen in einem anderen Wirbelsäulenabschnitt.

Bei den verbleibenden 44 Patienten wurde die Kreuzbeinflügelfraktur fast durchweg konservativ behandelt. Nur in einem Fall wurde im Zusammenhang mit einer operativen Versorgung der Beckenfrakturen das abgesprengte Flügelstück am Kreuzbeinkörper mit 2 Spongiosaschrauben fixiert. Bei der Nachuntersuchung nach 1 Jahr lief dieser Hund lahmheitsfrei.

Die Kontrolluntersuchung der 43 konservativ behandelten Patienten nach durchschnittlich 51 Monaten ergab bei 24 Hunden ein "gutes" Ergebnis, d.h. die Tiere liefen lahmheitsfrei. Bei 2 Hunden wurde das Ergebnis mit "mäßig" beurteilt, jedoch nicht wegen der Kreuzbeinflügelfraktur, sondern aufgrund von Koxathrosen nach Abheilung der Beckenfrakturen. Von 17 Hunden ist kein Spätergebnis bekannt (siehe Tabelle 42).

Übergangs Kreuzbein/SWS und der Verletzungen der Schwanzwirbelsäule

Verletzungsform	n	Euthanasie bzw. Behandlungsart		neurologischer Befund	Ergebnis der Behandlung			
		n		n	gut	mäßig	schlecht bzw. Euthanasie	?
67 Kreuzbeinflügelfrakturen bei 65 Hunden	65	2	Exitus letalis					
		19	Euthanasie					
		1	operativ	kein Ausfall	1			
		43	konservativ	kein Ausfall	24	2		17
13 sonstige Kreuzbeinfrakturen ohne Dislokation bei 11 Hunden	11	4	Euthanasie					
		7	konservativ	kein Ausfall	2			5
12 Kreuzbeinkörperfrakturen mit Dislokation bei 12 Hunden	12	2	Euthanasie					
		10	konservativ	4 Blasen- und Rutenlähmung	1		1	2
				6 kein Ausfall	4			2
53 Luxationsfrakturen am Übergang Kreuzbein/SWS bei 53 Hunden	53	5	Exitus letalis					
		6	Euthanasie					
		1	operativ (Amputation)	1 Inkontinenz u. Rutenlähmung			1	
		41	konservativ	1 Blasenlähmung	1			
				2 Blasen- und Rutenlähmung			1	1
				4 Inkontinenz			3	1
				10 Rutenlähmung	3	5		2
				24 kein Ausfall	17			7
Verletzungen der Schwanzwirbelsäule bei 32 Hunden	32	12	operativ (Amputation)	12 Rutenlähmung				
		20	konservativ	4 Rutenlähmung	1		1	2
				16 kein Ausfall	6			10

Die drei Frakturen des Kreuzbeinkörpers ohne Dislokation und die 10 Frakturen der Pars lateralis bzw. der Procc. spinos. zeigten keine neurologischen Symptome. Sie traten meist in Zusammenhang mit Beckenfrakturen oder weiteren Verletzungen des Kreuzbeins auf und wurden ebenfalls konservativ behandelt (siehe Tabelle 42).

Zwei der 12 Hunde, die Kreuzbeinkörperfrakturen mit Dislokation erlitten hatten, wurden aufgrund anderer Verletzungen euthanasiert. Von den verbleibenden 10 Tieren hatten 6 keine neurologischen Symptome. Davon konnten vier Hunde im Durchschnitt nach 57 Monaten kontrolliert werden. Sie zeigten alle ein "gutes" Ergebnis. Bei weiteren 4 Hunden wurden neurologische Ausfallserscheinungen festgestellt. Hier bestand eine Blasen- und Rutenlähmung. Diese Patienten wurden konservativ versorgt, d.h. die Blase wurde bis zur Wiederherstellung ihrer Funktion über einen Katheter entleert. Die Nachuntersuchung nach 3 Jahren ergab bei einem Hund vollständige Heilung. Das Tier hatte physiologischen Harn- und Kotabsatz und konnte auch die Rute wieder normal bewegen. Ein Hund hatte zusätzlich zur Rutenlähmung Kot- und Harninkontinenz. Nach 1 1/2 Jahren ließ deshalb der Besitzer diesen Patient einschläfern ("schlechtes" Ergebnis). Von den beiden anderen Hunden mit Ruten- und Blasenlähmung ist kein Spätergebnis bekannt (siehe Tabelle 42). Zum Zeitpunkt der Entlassung hatten jedoch beide selbständigen Harn- und Kotabsatz.

Luxationsfrakturen am Übergang KB/SWS kamen 16mal in Zusammenhang mit Beckenfrakturen vor und 11mal zusammen mit Verletzungen in anderen Wirbelsäulenabschnitten. Bei 8 Hunden waren sowohl das Becken als auch ein anderer Abschnitt der Wirbelsäule betroffen. Behandlung und Ergebnis sind ebenso wie neurologische Ausfallserscheinungen aus Tabelle 42 zu ersehen.

Von 33 Hunden mit Verletzungen im Bereich der Schwanzwirbelsäule wurde ein Hund eingeschläfert. Die Schwanzverletzung

war in diesem Fall nur ein Nebenbefund, weshalb Tabelle 42 nur 32 Hunde berücksichtigt. Bei 12 Hunden wurde eine Amputation der gelähmten Rute vorgenommen. Die übrigen 20 Tiere wurden konservativ, d.h. zum Teil mit einem Schutzverband, behandelt. Bei 6 nachuntersuchten Patienten ohne neurologischen Ausfall war das Heilungsergebnis "gut", alle Tiere konnten die Rute einwandfrei bewegen. In einem Fall mit anfänglicher Rutenlähmung war das Ergebnis ebenfalls "gut", während bei einem weiteren Hund die Schwanzlähmung bestehen blieb. 10 Hunde, davon zwei ebenfalls mit Rutenlähmung, konnten nicht nachuntersucht werden.

D. DISKUSSION

Verletzungen der Wirbelsäule, mit und ohne Schädigung des Rückenmarks, treten beim Hund meist als Folge von Verkehrsunfällen auf (KÖHLER 1969).

Einzelheiten über den Unfallhergang, die beim Menschen einen Hinweis auf die Art und Lokalisation einer Wirbelsäulenverletzung geben können, sind beim Tier im allgemeinen nicht bekannt (KOLATA et al. 1974; KOLATA und JOHNSTON 1975; KOLATA 1981).

SWAIM 1981 und ARCHIBALD et al. 1981 stellen die Folgen einer einwirkenden Kraft auf die Wirbelsäule des Hundes anhand von Zeichnungen dar. Nach SWAIM 1981 sind für die Entstehung einer Luxation bzw. Luxationsfraktur vor allem Rotationskräfte verantwortlich. Er berücksichtigt nicht nur die einwirkende Kraft, sondern auch die Funktionsstellung der Wirbelsäule im Augenblick der Gewalteinwirkung.

In der vorliegenden Arbeit konnte nur in den wenigsten Fällen das Unfallereignis zur Diagnosestellung herangezogen werden. Durch einen Verkehrsunfall sind die Möglichkeiten einer Wirbelsäulenverletzung sehr vielfältig, so daß keine Rückschlüsse auf Lokalisation und Art der Läsion möglich sind.

Nach Beißereien hingegen war bei kleinwüchsigen Hunderassen relativ häufig die Halswirbelsäule betroffen.

Die Beobachtung von ARCHIBALD et al. 1981, daß nach Sturz besonders die Halswirbelsäule infolge einer Hyperflexion verletzt wird, konnte anhand unseres Patientenguts nicht bestätigt werden.

Von großer Bedeutung für eine Wirbelsäulenverletzung ist die schnelle und gezielte Diagnostik.

Bei Verdacht auf ein Wirbelsäulentrauma ist nach folgendem Schema vorzugehen:

- Transport des Tieres in stabiler Seitenlage,möglichst ohne Sedation bei Erhaltung der Vitalfunktionen (Schockbehandlung)
- Adspektion
- Palpation
- Klinisch-neurologische Untersuchung (Motorik, Sensibilität, Reflexe)
- Röntgenuntersuchung

Die klinisch-neurologische Untersuchung sollte systematisch erfolgen, um nicht zusätzliche Verletzungen in einem anderen Wirbelsäulenbereich zu übersehen (OLIVER 1972; BAILEY und HOLLIDAY 1975).

Mit der Röntgenuntersuchung wird nicht das Ausmaß der Wirbelverschiebung zum Zeitpunkt des Traumas, sondern nur die momentane Lage der Wirbel bzw. -fragmente erfaßt (GEARY 1971; OLIVER 1972; MORGAN 1972; SWAIM 1972 und 1981; PARKER 1974; MENDENHALL et al. 1976; HOERLEIN 1978; ARCHIBALD et al. 1981), weshalb sie der neurologischen Diagnostik unterzuordnen ist.

Um eine weitere Traumatisierung des Rückenmarks zu vermeiden, genügt als erste Information eine Röntgenaufnahme im latero-lateralen Strahlengang. Ergänzende Aufnahmen mit dem Zentralstrahl auf verdächtige Bereiche gerichtet, können erforderlich sein. Gehaltene Funktionsaufnahmen, die der Erfassung sonst nicht erkennbarer Bandrupturen dienen, sind wegen der Gefahr einer zusätzlichen Rückenmarksschädigung nur in Ausnahmefällen indiziert (REDDING und KNECHT 1975; LUDOLPH et al. 1982). Sind röntgenologisch keine Veränderungen festzustellen, aber neurologisch Anhaltspunkte für eine Rückenmarksläsion gegeben, so sind auch Aufnahmen im ventro-dorsalen Strahlengang anzufertigen (HOERLEIN 1958; SWAIM 1970; LEONARD 1971; MORGAN 1972; GAGE und HOERLEIN 1974; WHITTICK 1974; HORNOF 1978; KEALY 1979; STONE et al. 1979; AUTEFAGE et al. 1980). Bei Abwehrbewegungen

sollte die Lagerung in Sedation bzw. Narkose erfolgen (MORGAN 1972; GAGE und HOERLEIN 1974; HOERLEIN 1978; HORNOF 1978; ARCHIBALD et al. 1981). Allerdings setzt die Einleitung einer Narkose neben dem Ausschluß gravierender Gegenindikationen (Schock) auch die Möglichkeit weiterer Maßnahmen voraus. So sollte bei negativem Röntgenbefund sofort eine Myelographie erfolgen und die Vorbereitungen für eine eventuell erforderliche Operation bereits getroffen sein (GAGE und HOERLEIN 1974; BAILEY und HOLLIDAY 1975; HORNOF 1978; STONE et al.1979 ; PARKER und TURNER 1980; WOLVEKAMP 1981).

Die Prognose von Wirbelfrakturen und/oder -luxationen ist in erster Linie abhängig vom Ausmaß der neurologisch feststellbaren Rückenmarksläsion, von der Frakturform bzw. dem Luxationsgrad, von der Lokalisation der Verletzung und nicht zuletzt von der Zeitdauer vom Augenblick des Traumas bis zum Behandlungsbeginn.

Hinsichtlich der Verletzungsform konnte übereinstimmend mit LEONARD 1971; WHITTICK 1974; BAILEY und HOLLIDAY 1975 festgestellt werden, daß isolierte Frakturen der Dorn- und Querfortsätze sowie Kompressionsfrakturen ohne größere Einengung des Wirbelkanals bzw. neurologische Ausfallserscheinungen prognostisch günstig sind.

Liegen schwerwiegende neurologische Ausfälle vor (schlaffe Lähmung, keine Schmerzempfindung kaudal der Läsion, Schiff-Sherrington-Phänomen), so muß auch bei geringer Dislokation von einer starken bis irreversiblen Rückenmarksschädigung ausgegangen werden. Hingegen berechtigt eine deutliche Verschiebung der Fragmente bzw. Wirbel nicht zu dieser Annahme, wenn keine oder nur geringgradige Ausfallserscheinungen bestehen (DE LAHUNTA 1977).

Da in den verschiedenen Abschnitten des Wirbelkanals unterschiedlich viel Spielraum für das Rückenmark gegeben ist, kommt

auch der Lokalisation prognostische Bedeutung zu (GEARY 1971; HOERLEIN 1978). So ist der Wirbelkanal im Bereich der Halswirbelsäule weiter als im Brust- und vorderen Lendenbereich (LINSERT 1935; HEILIGTAG 1938; FLETCHER und KITCHELL 1966; MORGAN 1972; GERES 1978; WOLVEKAMP 1981). Im hinteren Abschnitt der Lendenwirbelsäule entsteht durch den Ascensus medullae spinalis und die kaudale Verjüngung zur Cauda equina ebenfalls ein vermehrter Spielraum für das Rückenmark, weshalb geringgradige Verschiebungen hier besser toleriert werden können.

Bezüglich der Prognose ist schließlich der Zeitfaktor mit entscheidend (NAU und CLAR 1977). LEONARD 1971; OLIVER 1972; PARKER 1974; WHITTICK 1974 und HOERLEIN 1978 weisen darauf hin, daß die Heilungschancen umso günstiger sind, je früher bei Rückenmarksverletzungen eine gezielte Therapie eingeleitet wird.

So konnte TARLOV 1957 bei experimentellen Untersuchungen am Hund zeigen, daß eine vollständige Lähmung reversibel bleibt, sofern innerhalb von 2 Stunden eine Druckentlastung des Rückenmarks erfolgt. MENDENHALL et al. 1976 berichten über eine weitgehende Heilung bei 7 Tieren mit neurologischen Ausfällen bis hin zur Paralyse und Analgesie. Sie führten bei allen Tieren innerhalb von 4 Stunden nach dem Trauma eine operative Druckentlastung durch und empfehlen bei jeder Wirbelsäulenverletzung mit Schädigung des Rückenmarks eine "aggressive Therapie". Bei erhaltener Schmerzempfindung sind nach OLIVER 1972 trotz Paralyse gute Heilungschancen gegeben, wenn innerhalb von 24 Stunden dekomprimiert wird.

Die vorliegende Dokumentationsanalyse erfaßt 470 Hunde mit 625 Frakturen und/oder Luxationen der Wirbelsäule. Wie in Darstellung 1 (siehe Seite 77) aufgezeigt, ist die Mehrzahl dieser Verletzungen im Bereich der Lenden- (32,7 %)und Brustwirbelsäule (24,3 %) lokalisiert. Auch an den Übergängen zwischen BWS/LWS, LWS/KB und KB/SWS kommen relativ häufig Läsionen vor.

Eine Erklärung, warum besonders an diesen Stellen mit Verletzungen gerechnet werden muß, ist die Tatsache, daß der Übergang von einem relativ starren, unbeweglichen Teil der Wirbelsäule zu einem beweglicheren besonders anfällig ist (ARCHIBALD et al. 1981). Nach LANG 1972 liegt beim Hund das Maximum der Beweglichkeit - abgesehen von der Halswirbelsäule - zwischen dem 12. Brust- und 1. sowie 2. Lendenwirbel. Diese Beweglichkeit umfaßt neben Vertikal- auch Horizontalbewegungen, weshalb der Thoraco-lumbale Übergang insbesondere Rotationskräften ausgesetzt ist.

Aus Darstellung 2 und 3 geht hervor, daß die größte Anzahl der Luxationen und Luxationsfrakturen in diesem Bereich lokalisiert ist. Ein großer Anteil der Luxationsfrakturen ist ferner am Übergang von der beweglichen Lendenwirbelsäule zum starren Kreuzbein und vom wenig beweglichen, im Beckenring integrierten Kreuzbein zur sehr flexiblen Schwanzwirbelsäule zu finden. Die wenig bewegliche Verbindung LW_7/ Os sacrum (LANG 1972) hingegen läßt eine Luxation nicht zu, so daß es hier bei einem von hinten einwirkenden Trauma zu einer Schrägfraktur des 7. Lendenwirbelkorpus mit Dislokation des hinteren Fragments nach kranio-ventral kommt (SWAIM 1981). Dem entsprechend wurden in unserer Aufstellung 19 Korpusfrakturen des 7. Lendenwirbels, jedoch keine Luxation in diesem Bereich registriert. Da nach LANG 1972 zwischen dem 7. Lendenwirbel und dem Kreuzbein keine laterale Beweglichkeit existiert, findet sich an diesem Übergang eine hohe Zahl von Kreuzbeinflügelfrakturen (siehe Darstellung 2).

Fast die Hälfte der Wirbelsäulenfrakturen sind an der Lendenwirbelsäule lokalisiert (Darstellung 2). Hier handelt es sich zum Großteil um Frakturen der Procc. costarii (76) sive spinosi (19), die auch im Bereich der Hals- und Brustwirbelsäule nicht selten anzutreffen sind. Im allgemeinen gehen diese Wirbelfortsatzfrakturen nicht mit neurologischen Ausfallserschei-

nungen einher. Sie sollten jedoch als möglicher Hinweis auf eine schwerwiegendere Wirbelsäulenverletzung Anlaß für eine sehr sorgfältige Betrachtung der Röntgenaufnahme sein (RETTIG et al. 1974).

Aus der Altersverteilung geht hervor, daß 43 % der Hunde in den ersten beiden Lebensjahren verunglückten. Unerfahrenheit und Neugierde sowie mangelnder Gehorsam dürften hierfür die Ursache sein (KÖHLER 1969). 83 % der Patienten wurden bei einem Unfall im Straßenverkehr verletzt, wobei groß- und kleinwüchsige Rassen etwa gleich häufig beteiligt waren.

Die hohe Anzahl zusätzlicher Verletzungen (61 % der Hunde) erklärt sich aus dem Unfallhergang und unterstreicht die Forderung von SCHEBITZ und BRASS 1975 nach einer systematischen Untersuchung traumatisierter Patienten.

Fast 50 % der Hunde mit Wirbelsäulenverletzungen wurden eingeschläfert bzw. starben vor Therapiebeginn. Behandelt wurden 246 Hunde mit 280 Verletzungen, von denen 119 (42,5 %) keinen neurologischen Ausfall verursachten. Die Mehrzahl dieser prognostisch günstigen Fälle wies Wirbelfortsatzfrakturen bzw. Läsionen im kaudalen Wirbelsäulenbereich auf (siehe oben).

In den Tabellen 43 bis 47 ist das Behandlungsergebnis nach Schwere des neurologischen Aufnahmebefundes zusammengefaßt. Einige Patienten wurden wiederholt aufgeführt, weil sie in mehreren Wirbelsäulenabschnitten verletzt und anhand des neurologischen Befundes nicht nur einem Bereich zuzuordnen waren. Im übrigen wurden die multiplen Verletzungen der neurologisch gravierenderen Ausfallserscheinung zugeteilt.

Von 74 Verletzungen mit Paralyse (siehe Tabelle 43) wurden 52 konservativ und 22 operativ versorgt. 31 % der nachuntersuchten Fälle waren mit "gut", 8% als "mäßig" und 61 % mit "schlecht" zu bewerten. Der Anteil guter Resultate lag nach konservativer

Therapie deutlich höher als nach operativer. Bei beiden Verfahren wurden jedoch überwiegend schlechte Ergebnisse ermittelt.

Tabelle 43: Behandlungsergebnis bei 74 Wirbelsäulenverletzungen mit Paralyse

Lokalisation	Behandlungsart	n	Ergebnis der Behandlung: gut	mäßig	schlecht (Euthan.)	keine Kontrolle
HWS	konservativ	4	2		1	1
HWS/BWS	konservativ	1			1	
BWS	operativ	13	2	3	8	
	konservativ	19	4		14	1
BWS/LWS	operativ	4	1		3	
	konservativ	3	2			1
LWS	operativ	5		1	3	1
	konservativ	21	9	1	10	1
LWS/KB	konservativ	4	1		1	2
SUMME	operativ	22	3	4	14	1
	konservativ	52	18	1	27	6
	SUMME	74	21	5	41	7

Bei Patienten mit Parese (siehe Tabelle 44) erfolgte die Behandlung in 32 Fällen konservativ und bei 6 Verletzungen operativ. Hier war das Resultat bei 4 von 5 kontrollierten Operationen und bei 21 von 24 nach konservativer Behandlung untersuchten Verletzungen "gut". Die Heilungsrate lag mit durchschnittlich 86 % im Vergleich zu paralytischen Patienten sehr hoch, wobei offenbar nicht die Art der Behandlung, sondern der neurologische Ausgangsbefund von entscheidender Bedeutung war.

Tabelle 44: Behandlungsergebnis bei 38 Wirbelsäulenverletzungen mit Parese

Lokalisation	Behandlungsart	n	Ergebnis der Behandlung: gut	mäßig	schlecht (Euthan.)	keine Kontrolle
HWS	operativ	2	1	1		
	konservativ	6	3		1	2
BWS	operativ	1				1
	konservativ	4	3	1		
LWS	operativ	3	3			
	konservativ	16	11		1	4
LWS/KB	konservativ	6	4			2
SUMME	operativ	6	4	1		1
	konservativ	32	21	1	2	8
	SUMME	38	25	2	2	9

Bei 14 Wirbelsäulenverletzungen stand als neurologischer Befund eine Blasenlähmung bzw. Inkontinenz im Vordergrund. Die Behandlung beschränkte sich mit Ausnahme einer Schwanzamputation auf konservative Maßnahmen und führte in 2 von 9 kontrollierten Fällen zu einer vollständigen Wiederherstellung, während bei einem Hund die Miktion durch leichten Druck ausgelöst werden mußte (siehe Tabelle 45). Zwei Drittel der Ausfälle waren jedoch irreversibel, was auf eine massive Schädigung der Cauda equina schließen läßt.

Tabelle 45: Behandlungsergebnis bei 14 Wirbelsäulenverletzungen mit Blasenlähmung bzw. Inkontinenz

Lokalisation	Behandlungsart	n	Ergebnis der Behandlung: gut	mäßig	schlecht (Euthan.)	keine Kontrolle
LWS	konservativ	2		1		1
KB	konservativ	4	1		1	2
KB/SWS	operativ*	1			1	
	konservativ	13	2	1	5	5
SUMME	operativ*	1			1	
	konservativ	13	2	1	5	5
	SUMME	14	2	1	6	5

* Schwanzamputation

In Tabelle 46 sind schmerzhafte Wirbelsäulenverletzungen ohne Funktionsausfall aufgezeigt. Sie kommen relativ selten und vor-

wiegend an der Halswirbelsäule vor. Die konservative Behandlung war hier in allen fünf nachuntersuchten Fällen erfolgreich, während beide operativ versorgten Patienten eingeschläfert werden mußten. Als Ursache der schlechten Resultate sind operationstechnische Unzulänglichkeiten anzusehen.

Tabelle 46: Behandlungsergebnis bei 9 Wirbelsäulenverletzungen mit Schmerzhaftigkeit

Lokalisation	Behandlungsart	n	Ergebnis der Behandlung gut	mäßig	schlecht (Euthan.)	keine Kontrolle
HWS	operativ	2			2	
	konservativ	4	3			1
BWS	konservativ	2	1			1
LWS	konservativ	1	1			
SUMME	operativ	2			2	
	konservativ	7	5			2
	SUMME	9	5		2	2

Der geringfügigste neurologische Befund nach Wirbelsäulenverletzung ist eine Lähmung der Rute (siehe Tabelle 47). Sie war bei zwölf Patienten Anlaß zur Schwanzamputation. In 14 Fällen erfolgte konservative bzw. keine Behandlung, woraus bei 4 von 10 kontrollierten Patienten eine vollständige und bei 5 eine einge-

schränkte Wiederherstellung der Rutenfunktion resultierte. Bei einem Hund blieb der Funktionsausfall bestehen.

Tabelle 47: Behandlungsergebnis bei 26 Wirbelsäulenverletzungen mit Rutenlähmung

Lokalisation	Behandlungsart	n	Ergebnis der Behandlung: gut	mäßig	schlecht (Euthan.)	keine Kontrolle
KB/SWS	konservativ	10	3	5		2
SWS	operativ*	12				
	konservativ	4	1		1	2
SUMME	operativ*	12				
	konservativ	14	4	5	1	4
	SUMME	26	4	5	1	4

* Schwanzamputation

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß bei 19 % der Wirbelsäulenverletzungen kein neurologisch abnormer Befund vorlag. Verletzungen mit neurologischen Symptomen (Paralyse, Parese, Blasenlähmung bzw. Inkontinenz, Schmerzhaftigkeit, Rutenlähmung) führten in 47 % zu einem "guten", 11 % zu einem "mäßigen" und 42 % zu einem "schlechten" Resultat (siehe Definitionen Seite 93ff).

Mit der konservativen Behandlung wurden bessere Ergebnisse erzielt. Hier wurde bei etwa der Hälfte der Fälle eine voll-

ständige Wiederherstellung, bei 9 % eine Verbesserung und bei 37 % eine Verschlechterung oder ein unveränderter Zustand registriert.

Nach operativer Intervention dagegen waren die neurologischen Symptome bei der Hälfte der Patienten nicht gebessert und je ein Viertel entfiel auf ein "mäßiges" bzw. "gutes" Resultat. Es stellt sich somit die Frage, ob operationstechnische Mängel oder Fehleinschätzungen hinsichtlich der Indikation dafür verantwortlich sind.

Technische Fehler lassen sich retrospektiv anhand instabiler (6) oder infizierter (1) Montagen nachweisen, während eine iatrogene Traumatisierung des Rückenmarks nicht oder nur sehr schwer von der primären Läsion zu differenzieren ist. Möglicherweise wäre bei der einen oder anderen mit Osteosynthese stabilisierten Verletzungen durch eine vorrausgegangene Rückenmarksdekompression (Laminektomie, Hemilaminektomie) ein besseres Ergebnis erzielt worden.

Fehleinschätzungen bezüglich der Indikation sind häufig die Folge einer unvollständigen neurologischen Untersuchung. So konnte das sehr wesentliche Kriterium der Schmerzempfindung aus den Krankengeschichten nicht entnommen werden. Fehlende Schmerzempfindung ist prognostisch stets ungünstig zu bewerten, wenngleich sie kein Beweis für einen Abriß des Rückenmarks ist. Der Rückenmarksabriß, der bei zwei operativ versorgten Hunden autoptisch nachgewiesen wurde, kann mit Sicherheit nur durch eine visuelle Betrachtung des Rückenmarks festgestellt werden (BERGE und WESTHUES 1969; MENDENHALL et al. 1976; ARCHIBALD et al. 1981). Hierfür wird von MENDENHALL et al. 1976 die Durotomie empfohlen, die innerhalb der ersten zwei Stunden nach dem Trauma auch therapeutisch von Nutzen sein soll (PARKER und SMITH 1972, 1974, 1975; PARKER 1975).

Abschließend darf man feststellen, daß schwere Wirbelsäulen-

verletzungen mit Rückenmarksschädigung an den Chirurgen große Anforderungen stellen. Persönlicher Einsatz, mehrstündige Operation und Mühe bei der Pflege führen in vielen Fällen leider nicht zum gewünschten Erfolg. Die Herausforderung an den engagierten Tierarzt bleibt jedoch gegeben.

E. ZUSAMMENFASSUNG

Nach eingehender Darstellung der funktionellen Anatomie wird anhand der Literatur auf Diagnose, Prognose und Therapie der Wirbelsäulenverletzungen eingegangen. Dabei wird besonders auf die Bedeutung der Rückenmarkschädigung und einer sorgfältigen neurologischen Untersuchung hingewiesen.

Anhand von 625 Wirbelsäulenverletzungen werden Häufigkeit, Lokalisation und Art der Verletzungen beschrieben.

224 Patienten mit 345 Verletzungen starben oder wurden vor Therapiebeginn aufgrund ungünstiger Prognose euthanasiert. Von den verbleibenden 246 Hunden wurden 202 konservativ und 44 operativ versorgt. Das Resultat wird getrennt nach anatomischen und neurologischen Gesichtspunkten besprochen.

F. SUMMARY

After having represented in details the functional anatomy, diagnosis, prognosis and therapy of spine fractures and/or spine dislocations are discussed. Especially the importance of spinal cord injuries and careful neurological examination are pointed out.

Incidence, localisation and the type of injuries are discribed by means of 625 spine injuries in 470 dogs.

224 patients with 345 injuries died or were euthanized before therapy was started, because of unfavourable prognosis. 202 of the remaining 246 dogs were treated conservatively and 44 surgically. The results are subdivided into anatomical and neurological points of view.

G. LITERATURVERZEICHNIS

1. ALBIN, M.S., R.J. WHITE, C.S. MacCARTY (1963)
Effects of sustained perfusion cooling of the subarachnoid space.
Anesthesiology 24, 72

2. ALBIN, M.S., R.J. WHITE, G.E. LOCKE, H.E. KRETCHMER (1966)
Spinal cord hypothermia by localized perfusion cooling.
Nature Lond., 210, 1059

3. ALBIN, M.S., R.J. WHITE, G.S. LOCKE, L.C. MASSOPUST, Jr., H.E. KRETCHMER (1967)
Localized spinal cord hypothermia: anesthetic effects and applications to spinal cord injury.
Anesth. & Analg. 46, 8

4. ALBIN, M.S., R.J. WHITE, G. ACOSTA-RUA, D. YASHON (1968)
Study of functional recovery produced by delayed localized cooling after spinal cord injury in primates.
J. Neurosurg. 29, 113

5. ALBIN, M.S., R.J. WHITE, D. YASHON, L.S. HARRIS (1969)
Effects of licalized cooling on spinal cord trauma.
J. Trauma 9, 1000

6. ARCHIBALD, J., P.W. PENNOCK (1959)
Trauma of the vertebral column in dogs.
Vet.Med. / Small Anim. Clin. 54, 518

7. ARCHIBALD J., J.C. HOLT, V. SOKOLOVSKY (1981)
Management of trauma in dogs and cats.
Amer. Vet. Publications, Inc. Santa Barbara, California
Editor: E.J. Catcott, Library of Congress Catalog Card No 81-66269

8. AUER, K. (1914)
Die Wirbelsäule der Katze.
Arch. Anat., Anat. Abt. Berlin 197

9. AUTEFAGE, H., A. CAZIEUX, J.P. GENEVOIS (1980)
Traumatology of the nervous system.
I. Clinical examination of the dogs spine.
Rev. de Méd. Vét. 131, 283

10. BÄSSLER, H.P. (1961)
Die Reflexuntersuchung beim Hund.
Arch. exp. Vet. Med. 15, 100

11. BAILEY, C.S., T.A. HOLLIDAY (1975)
Diseases of the spinal cord, in: ETTINGER, S.J.,
Textbook of Veterinary interal medicine, W.B. Saunders &
Co., Philadelphia,Pennsylvania

12. BARTHEZ, P.I. (1798)
Nouvelle méchanique des mouvements de l'homme et des
animaux.
Carcassonne

13. BERGE, E., M. WESTHUES (1969)
Tierärztliche Operationslehre, 29. Aufl.,
Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg

14. BERZON, J.L., R. DUELAND (1979)
Cauda equina syndrome: Pathophysiology and report of
seven cases.
J. Amer. Anim. Hosp. Assoc. 15, 635

15. BOJRAB, M.J. (1975)
In: Current techniques in small animal surgery.
Lea & Febinger, Philadelphia, Pennsylvania

16. BRADNEY, I.W. (1967)
Repair of a fracture-dislocation of lumbar vertebrae in a French poodle.
Australian Vet. J. 43, 421

17. BROCHER, J.E.W. (1973)
Die Prognose der Wirbelsäulenleiden, 2. Aufl.,
Thieme Verlag, Stuttgart

18. BROSER, F. (1981)
Topische und klinische Diagnostik neurologischer Krankheiten, 2. Aufl.
Urban & Schwarzenberg Verlag, München, Wien

19. BRUNNBERG, L. (1974)
Humerusfrakturen mit Beteiligung des Ellbogengelenkes - Behandlung und Ergebnisse in den Jahren 1970-1972.
Vet. Med. Diss., München

20. BRUNNBERG, L., H. WAIBL, U. WISKOTT (1979)
Zur Schulterblattfraktur des Hundes.
Der prakt. Tierarzt 11, 960

21. BRUNNBERG, L., H. SCHEBITZ, B. VOLLMERHAUS, U. MATIS, R. KÖSTLIN, H. WAIBL, H. ROOS (1981)
Zur Humerusfraktur im mittleren und distalen Schaftdrittel beim Hund.
Kleint.-Prax. 26, 163

22. BURKE, D.C., O.P. MURRAY (1979)
Die Behandlung Rückenmarkverletzter.
Rehabilitation und Prävention 7
Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York

23. BURRI, C., A. RÜTER (1980)
Verletzungen der Wirbelsäule.
Hefte zur Unfallheilkunde 149
Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York

24. CAMPBELL, J.B. (1974)
Effects of antifibrinolytic and steroid therapy on the contused spinal cord of cats.
J. Neurosurg. 40, 726

25. CHAMBERS, J.N., C.W. BETTS, J.E. OLIVER (1977)
The use of nonmetallic suture material for stabilization of atlantoaxial subluxation.
J. Amer. Anim. Hosp. Assoc. 13, 602

26. COULON, J. (1977)
Fracture of a vertebra in a bitch.
Rev. de Méd. Vét. 128, 271

27. DÄMMRICH, K. (1981)
Zur Pathologie der degenerativen Erkrankungen der Wirbelsäule bei Hunden.
Kleint.-Prax. 26, 467

28. DAHME, E., E. WEISS (1978)
Grundriß der speziellen pathologischen Anatomie der Haustiere, 2. Aufl.
Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart

29. DE GROAT, W.C. (1969)
Reflexes to sacral parasympathetic neurons concerned with micturition in the cat.
J. Physiol. 200, 87

30. DE LAHUNTA, A. (1977)
Veterinary neuroanatomy and clinical neurology.
W.B. Saunders & Co., Philadelphia, Pennsylvania

31. DE LA TORRE, J.C., E.M. JOHNSON, D.J. GOODE, S. MULLAN (1975)
Pharmacologic treatment and evaluation of permanent experimental spinal cord trauma.
Neurology 25, 508

32. DUCKER, T.B., H.F. HAMIT (1969)
Experimental treatments of acute spinal cord injury.
J. Neurosurg. 30, 693

33. DULISCH, M.L., S.J. WITHROW (1979)
The use of plastic plates for fixation of spinal fractures in the dog.
Can. vet. J., 20, 326

34. DULISCH, M.L., J.B. NICHOLS (1981)
A surgical technique for management of lower lumbar fractures. Case Report.
Vet. Surg. 10, 90

35. EDVARDSEN, P. (1967)
Nervous control of urinary bladder in cats.
Acta Neurol. Scand. 43, 543

36. EHRLEIN, H.-J. (1966)
Zur Kasuistik, Prognose und Therapie von Frakturen und Luxationen der Brust- und Lendenwirbelsäule des Hundes.
Dtsch. Tierärztl. Wochenschrift 73, 247

37. FENNER, W.R. (1981)
Neurologic disorders of micturition, in: BOJRAB, M.J., Pathophysiology in Small Animal Surgery.
Lea & Febiger, Philadelphia, Pennsylvania

38. FINKE, J. (1975)
Neurologischer Untersuchungskurs.
Urban & Schwarzenberg, München, Berlin, Wien

39. FLETCHER, T.F. (1966)
The lumbar, sacral, and coccygeal tactile dermatomes of the dog.
J. Comp. Neurol. 128, 171

40. FLETCHER, T.F. (1970)
Lumbosacral plexus and pelvic limb myotomes of the dog.
Am. J. Vet. Res. 31, 35-41

41. FLETCHER, T.F., R.L. KITCHELL (1966)
Anatomical studies on the spinal cord segments of the dog.
Am. J. Vet. Res. 27, 1759

42. FREI, W. (1972)
Allgemeine Pathologie, 6. Aufl., Hrsg. Stunzi, H. und Weiss, E., Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg

43. FRYE, F.L., J.P.E. CUCUEL (1968)
Fracture of the second cervical vertebra in a dog treated with an extension collar.
J. Amer. Anim. Hosp. Assoc. 4, 193

44. GAGE, E.D. (1968)
Surgical repair of a fractured cervical spine in the dog.
J. Amer. Vet. Med. Assoc. 153, 1407

45. GAGE, E.D. (1969)
A new method of spinal fixation in the dog (a preliminary report).
Vet. Med. / Small Anim. Clin. 64, 295

46. GAGE, E.D. (1969)
Surgical repair of spinal fractures in toy breed dogs.
Southwest. Vet. 23, 29

47. GAGE, E.D. (1971)
Surgical repair of spinal fractures in small-breed dogs.
Vet. Med. / Small Anim. Clin. 66, 1095

48. GAGE, E.D. (1974)
Atlanto-axial subluxation in the dog.
Southwest. Vet. 27, 17

49. GAGE, E.D. (1975)
in: BOJRAB, M.J., Current technics in small animal surgery.
Lea & Febinger, Philadelphia, Pennsylvania

50. GAGE, E.D., B.F. HOERLEIN (1968)
Hemilaminectomy and dorsal laminectomy for relieving compressions of the spinal cord in the dog.
J. Amer. Vet. Med. Assoc. 152, 351

51. GAGE, E.D., B.F. HOERLEIN (1974)
in: ARCHIBALD, J., Canine Surgery.
Amer. Vet. Publications, Inc., Santa Barbara, California

52. GAMBARDELLA, P.C., T.H. BRASMER (1974)
Respiratory paralysis following dorsal laminectomy of the cervical vertebrae in a dog.
J. Amer. Vet. Med. Assoc. 165, 542

53. GEARY, J.C. (1967)
Veterinary Tomography.
J.Amer. Vet. Radiol. Soc. 8, 32

54. GEARY, J.C. (1971)
Traumatic lesions of the central nervous system.
J. Amer. Anim. Hosp. Assoc. 7, 296

55. GENDREAU, C.L., A.J. CAWLEY (1969)
Case report. Repair of fractures of the axis.
Can. vet. J. 10, 297

56. GERES, V. (1978)
Die röntgenologische Erfassung der Erkrankungen der Skelettanteile der Wirbelsäule, der Bandscheibe und der Rückenmarkshäute bei Hunden, Katzen und Pferden.
Zbl. Vet. Med. A. 25, 363

57. GLEESON, L.N. (1964)
Surgery of a spinal injury.
The Vet. Record 76, 801

58. GÖSSMANN, M. (1983)
Verletzungen des Sprunggelenkes beim Hund. Behandlung und Ergebnis in den Jahren 1970-1980.
Vet. Med. Diss., München (im Druck)

59. GRABER, E.R., W.A. ENDRES, R.L. WINTERS (1967)
How we handle current orthopedic problems.
Vet. Med. / Small Anim. Clin. 62, 864

60. GREENWOOD, K.M., J.E. OLIVER (1978)
Traumatic atlanto-occipital dislocation in two dogs.
J. Amer. Vet. Med. Assoc. 173, 1324

61. HANSEN, H.-J., S.E. OLSSON (1954)
The effect of a single violent trauma on the spine of a dog.
Acta Orthop. Scand. 24, 1

62. HARE, N.C.D. (1961)
Radiographic anatomy of the cervical region of the canine vertebral column. Part I. Fully developed vertebrae. Part II. Developing vertebrae.
J. Amer. Vet. Med. Assoc. 139, 209 u. 217

63. HARE, W.C.D. (1961)
Zur Ossifikation und Vereinigung der Wirbelepiphysen beim Hund.
Wien. tierärztl. Monatsschrift 48, 210

64. HARMON, H., J.E. HUGENBERG (1966)
Surgical repair of a vertebral fracture in a dog.
J. Amer. Vet. Med. Assoc. 149, 46

65. HEILIGTAG (1938)
Rückenmark und seine Hüllen beim Hund.
Vet. Med. Diss., Hannover

66. HEKMATPANAH, J. (1961)
Organization of tactile dermatomes C 1 through L 4 in cat.
J. Neurophys. 24, 129

67. HOERLEIN, B.F. (1953)
Successful correction of a vertebral fracture in a dog.
Case Report.
Auburn Vet. 10, 15

68. HOERLEIN. B.F. (1956)
Methods of spinal fusion and vertebral immobilization in the dog.
Am. J. Vet. Res. 17, 695

69. HOERLEIN, B.F. (1956)
Clinical spinal conditions of the dog.
Vet. Med. / Small Anim. Pract. 51, 575

70. HOERLEIN, B.F. (1958)
Traumatic lesions of the canine spine.
Mod. Vet. Pract. 39, 24

71. HOERLEIN, B.F. (1960)
The modern treatment of traumatic spinal compression in the dog.
Can. vet. J. 1, 216

72. HOERLEIN, B.F. (1965)
Spinal surgery, in: ARCHIBALD, J. (1967), Canine Surgery.
Amer. Vet. Publications, Inc., Santa Barbara, California

73. HOERLEIN, B.F. (1978)
Canine Neurology, diagnosis and treatment, 3rd ed.
W.B. Saunders & Co., Philadelphia, Pennsylvania

74. HOERLEIN, B.F. (1979)
Comparative disk disease: Man and dog.
J. Amer. Anim. Hosp. Assoc. 15, 535

75. HOPPENFELD, S. (1980)
Orthopädische Neurologie.
Band 24 der Bücherei des Orthopäden (Beihefte zur Zeitschrift für Orthopädie).
Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart

76. HORNOF, W.J. (1978)
The role of radiology in the problem solveng of spinal disorders in the dog.
Proc. Forty-fifth annual meeting Amer. Anim. Hosp. Assoc., Salt Lake City, Utah

77. HUROV, L.I. (1962)
Spinal fracture plating.
Small Anim. Clin. 2, 441

78. HUROV, L.I. (1979)
Treatment of cervical vertebral instability in the dog.
J. Amer. Vet. Med. Assoc. 175, 278

79. JADESON, W.J. (1961)
Rehabilitation of dogs with intervertebral disc lesions by physical therapy methods.
J. Amer. Vet. Med. Assoc. 138, 411

80. JONES, B.R., V.P. STUDDERT (1975)
Horner's syndrome in the dog and cat as an aid to diagnosis.
Aust. Vet. J. 51, 329

81. KAJIHARA, K., H.KAWANAGA, J.C. DE LA TORRE, S.MULLAN (1973)
Dimethyl sulfoxide in the treatment of experimental acute spinal cord injury.
Surg. Neurol. 1, 16-22

82. KAVIT, A.Y. (1958)
Hemilaminectomy in a dog with bone graft and metal internal fixation.
J. Amer. Vet. Med. Assoc. 132, 16

83. KEALY, J.K. (1979)
Diagnostic radiology of the dog and cat.
W.B. Saunders & Co., Philadelphia, Pennsylvania

84. KEIDEL, W.D. (1975)
Kurzgefaßtes Lehrbuch der Physiologie, 4. Aufl.
Georg Thieme Verlag, Stuttgart

85. KÖHLER, H. (1969)
Welche Folgen stellen sich nach Trauma bei den Haustieren - unter besonderer Berücksichtigung von Hund und Katze - ein.
Kleint.-Prax. 14, 149

86. KÖSTLIN, R.G. (1973)
Kniegelenk (nahe) Frakturen des Femur bei Hund und Katze - Behandlung und Ergebnisse in den Jahren 1970 - 1972.
Vet. Med. Diss., München

87. KOLATA, R.J., N.H. KRAUT, D.E. JOHNSTON (1974)
Patterns of trauma in urban dogs and cats.
J. Amer. Vet. Med. Assoc. 167, 499

88. KOLATA, R.J., D.E. JOHNSTON (1975)
Motor vehicle accidents in urban dogs.
J. Amer. Vet. Med. Assoc. 167, 938

89. KOLATA, R.J. (1981)
in: ARCHIBALD, J., J.C. HOLT, V.SOKOLOVSKY, Management of trauma in dogs and cats.
Amer. Vet. Publications, Inc. Santa Barbara, California
Editor: E.J. Catcott
Library of Congress Catdog Card No. 81-66269

90. KOPF, N., G. PUNZET (1978)
Laufwagen als Trainingsgerät für querschnittsgelähmte Hunde. Konstruktion und Erfahrungen.
Kleint.-Prax. 23, 243

91. KOSUBEK, H.K.(1962)
Untersuchungen über die Bewegungsvorgänge des Russischen Windhundes.
Vet. Med. Diss., Gießen

92. KRÜGER, W. (1927)
Musculus multifidus und Musculi rotatores der Haussäugetiere und ihre Beziehung zur Drehfähigkeit der Wirbelsäule.
Anat. Anz. Jena 63, 305

93. KUMMER, B. (1959)
Biomechanik des Säugetierskeletts.
Handbuch der Zoologie, 8. Band, 24. Lieferung
Georg Thieme Verlag, Stuttgart

94. KURU, M. (1965)
Nervous control of micturition.
Physiol. Rev. 45, 425

95. LANG, B. (1972)
Bewegungsmessungen an der Wirbelsäule von Hund und Katze.
Vet. Med. Diss., Gießen

96. LANG, B., K. LÖFFLER (1972)
Die Bewegungsmöglichkeiten der Wirbelsäule von Hund und Katze.
Kleint.-Prax. 17, 271

97. LANGMAN, J. (1974)
Medizinische Embryologie, 3. Aufl.
Georg Thieme Verlag, Stuttgart

98. LAWSON, D.D. (1971)
The diagnosis and prognosis of canine paraplegia.
Vet. Rec. 89, 654

99. LEONARD, E.P. (1971)
Orthopedic surgery of the dog and cat, 2nd ed.
W.B. Saunders & Co., Philadelphia, Pennsylvania

100. LEWIS, R.E. (1974)
Roentgen signs of the spine.
Vet. Clin. N. Amer. 4, 647

101. LINSERT, H. (1935)
Topographie des Rückenmarkendes beim Hund.
Vet. Med. Diss., Hannover

102. LUDOLPH, E., G. HIERHOLZER, A. SKUGINNA (1982)
Verletzungen der Hals-, Brust- und Lendenwirbelsäule.
Chirurg 53, 279

103. McGRATH, J.T. (1960)
Neurologic Examination of the dog, 2nd ed.
Lea & Febinger, Philadelphia, Pennsylvania

104. MEIER, O. (1957)
Zur operativen Behandlung der Wirbelfrakturen beim Hund.
Schweiz. Arch. für Tierheilk. 99, 336

105. MENDENHALL, H.V., P. LITWAK, D.J. YTURRASPE, J.T. INGRAM, W.V. LUMB (1976)
Aggressive pharmacologic and surgical treatmant of spinal cord injuries in dogs and cats.
J. Amer. Vet. Med. Assoc. 168, 1026

106. MEYER, J. (1977)
Unterarmfrakturen des Hundes - Behandlung und Ergebnisse 1970-1974.
Vet. Med. Diss., München

107. MILLER, M.E., G.C. CHRISTENSEN, H.E. EVANS (1979)
Anatomy of the dog, 2nd ed.
W.B. Saunders Company, Philadelphia, Pennsylvania

108. MORGAN, J.P. (1972)
Radiology in Veterinary Orthopedics.
Lea & Febinger, Philadelphia, Pennsylvania

109. NAFTCHI, N.E., M. DEMENY, V. DE GRESCITO, J.J. TOMASULA, E.S. FLAMM, J.B. CAMPBELL (1974)
Biogenic amine concentrations in traumatized spinal cords of cats - effect of drug therapy.
J. Neurosurg. 40, 52

110. NAKASALA-SITUMA, J. (1979)
Beckenfrakturen beim Hund in den Jahren 1970-1977.
Vet. Med. Diss., München

111. NAU, H.-E., H.E. CLAR (1977)
Spinale Notfälle.
Chir. Praxis 22, 421

112. NICKEL, R., A. SCHUMMER, E. SEIFERLE, J. FREWEIN, K.H. WILLE (1977)
Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Band I: Bewegungsapparat, 4. Aufl.
Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg

113. NIEMAND, H.G. (1980)
Praktikum der Hundeklinik, 4. Aufl.
Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg

114. OLIVER, J.E. Jr. (1972)
Neurologic emergencies in small animals.
Vet. Clin. N. Amer. 2, 341

115. OLIVER, J.E. Jr. (1972-1974)
Neurologic Examinations.
Vet. Med./Small Anim. Clin. 67, 438, 654, 882, 1105, 1327; 68, 151, 383, 763; 69, 295, 607

116. OLIVER, J.E. Jr. (1978)
Disorders of micturition, in: HOERLEIN, B.F., Canine Neurology, Diagnosis and Treatment, 3rd ed.
W.B. Saunders & Co., Philadelphia, Pennsylvania

117. OLIVER, J.E. Jr., R.E. LEWIS (1973)
Lesions of the atlas and axis in dogs.
J. Amer. Anim. Hosp. Assoc. 9, 304

118. OLIVER, J.E. Jr., R.R. SELCER (1974)
Neurogenic disorders of the rectum and anal sphincter.
Vet. Clin. N. Amer. 4, 551

119. OLIVER, J.E. Jr., R.R. SELCER (1974)
Neurogenic causes of abnormal micturition in the dog and cat.
Vet. Clin. N. Amer. 4, 517

120. OLIVER, J.E. Jr., R.R. SELCER, S. SIMPSON 1978)
Cauda equina compression from lubosacral malarticulation and malformation in the dog.
J. Amer. Vet. Med. Assoc. 173, 207

121. OSTERHOLM, J.L. (1974)
The pathophysiological response to spinal cord injury: The current status of related research.
J. Neurosurg. 40, 5

122. PAMPUS, J., F. BACKHAUSEN (1977)
Druckgeschwüre: Verhütung und Behandlung in Praxis und Krankenhaus.
Dtsch. Ärzteblatt 74, 349

123. PANNIKE, A. (1980)
Brüche der Dorn- und Querfortsätze, in: Hefte für Unfallheilkunde 149, Verletzungen der Wirbelsäule.
Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York

124. PARKER, A.J. (1974)
Diagnosis and treatment of canine spinal cord disease.
Vet. Scope 18, 1

125. PARKER, A.J. (1974)
Some clinical dangers of Mannitol therapy.
J. Amer. Anim. Hosp. Assoc. 10, 175

126. PARKER, A.J. (1975)
Durotomy and saline perfusion in spinal cord trauma.
J. Amer. Anim. Hosp. Assoc. 4, 412

127. PARKER, A.J., C.W. SMITH (1972)
Functional recovery from spinal cord trauma following delayed incision of spinal meninges in dogs.
Rec. Vet. Sci. 13, 418

128. PARKER, A.J., R.D. PARK, J.L. STOWATER (1973)
Reduction of trauma-induced edema of spinal cord in dogs given mannitol.
Am. J. Vet. Res. 34, 1355

129. PARKER, A.J., C.W. SMITH (1974)
Functional recovery from spinal cord trauma following delayed incision of spinal meninges in dogs.
Rec. Vet. Sci. 16, 276

130. PARKER, A.J., C.W. SMITH (1975)
Functional recovery from spinal cord trauma following delayed incision of spinal meninges in dogs.
Rec. Vet. Sci. 19, 224

131. PARKER, A.J., C.W. SMITH (1979)
Lack of functional recovery from spintal cord trauma following dimethylsulphoxide + epsilon aminocaproic acid therapy in dogs.
Res. in Vet. Sci. 27 (2), 253

132. PARKER, A.J., T. TURNER (1980)
Posteria paraplegia from a cervical disk ruptore in a dog.
Canine Prac. 7, 36

133. PFEIFFER, C. (1977)
Unterschenkelfrakturen beim Hund - Behandlung und Ergebnisse in den Jahren 1970-1974.
Vet. Med. Diss., München

134. PÖSCHL, M., H.L. KELLER (1977)
Röntgendiagnostik bei Verletzungen der Wirbelsäule.
Chirurg 48, 506

135. POLSTER, J. (1980)
Entstehungsmechanismus und Verletzungsformen von Frakturen und Luxationen, in: Hefte für Unfallheilkunde 149, Verletzungen der Wirbelsäule.
Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.

136. PSCHYREMBEL, W. (1975)
Klinisches Wörterbuch, 252. Auflage
Walter de Gruyter & Co., Berlin

137. REDDING, R.W., C.D. KNECHT (1975)
Neurologic Examination, in: ETTINGER, S.J., Textbook of veterinary internal medicine.
W.B. Saunders & Co., Philadelphia, Pennsylvania

138. RETTIG, H., O. OEST, J. EICHLER (1974)
Wirbelsäulen-Fibel, 2. Aufl.
Thieme Verlag, Stuttgart

139. RIEGER, H. (1954)
Operative Behandlung der Luxation der Lendenwirbelsäule beim Hund.
Berl. Münchn. Tierärztl. Wochenschrift 67, 245

140. ROUSE, G.P., J.J. MILLER (1975)
The use of methylmethacrylate for spinal stabilization.
J. Amer. Anim. Hosp. Assoc. 11, 418

141. SCHEBITZ, H., W. BRASS (1975)
Allgemeine Chirurgie.
Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg

142. SCHEBITZ, H., L. BRUNNBERG, B. VOLLMERHAUS, U. MATIS, R. KÖSTLIN, H. WAIBL (1981)
Zur Verletzung des Humerus im proximalen Drittel beim Hund.
Kleint.-Prax. 26, 107

143. SCHEUNERT, A., A. TRAUTMANN (1976)
Lehrbuch der Veterinär-Physiologie, 2. Aufl.
Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg

144. SCHÜRRLE, G. (1979)
Femurschaftfrakturen beim Hund - Behandlung und Ergebnisse in den Jahren 1970-1977.
Vet. Med. Diss., München

145. SCHUMANN, G. (1967)
Lehrbuch der Orthopädie II (Spezieller Teil).
Hrsg. P.F.MATZEN, 2. Aufl.
VEB Verlag Volk und Gesundheit, Berlin, DDR

146. SEIFERLE, E. (1975)
in: NICKEL, R., A. SCHUMMER, E. SEIFERLE, Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Band IV: Nervensystem, Sinnesorgane, Endokrine Drüsen.
Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg

147. SLIJPER, E.J. (1946)
Comparative biological-anatomical investigations on the vertebral column and spinal musculature of mammals.
Verh. Akad. Wet., Amsterdam, Afd.Nat. Kde. 2, Sect. 42

148. SLOCUM, B., R.L. RUDY (1975)
Fractures of the seventh lumbar vertebra in the dog.
J. Amer. Anim. Hosp. Assoc. 11, 167

149. SMITH, C.W., A.J. PARKER (1975)
Functional recovery from spinal cord trauma following normothermic irrigation in dogs.
Res. Vet. Sci. 19, 224

150. SRAGNER, S.L. (1964)
Correction of a compression fracture and dorsally dislocated vertebra by decompressiv laminectomy.
Mod. Vet. Pract. 45, 61

151. STAIMER, M.S. (1981)
Zur Versorgung des Unfallpatienten.
Vortrag, gehalten vor dem 10. Bayer. Tierärztetag in Ingolstadt

152. STONE, E.A., C.W. BETTS, J.N. CHAMBERS (1979)
Cervical fractures in the dog: a literature and case review.
J. Amer. Anim. Hosp. Assoc. 14, 463

153. STRASSER, H. (1913)
Lehrbuch der Muskel- und Gelenkmechanik,
Band II, Spezieller Teil.
Verlag Julius Springer, Berlin

154. SWAIM, S.F. (1970)
Spinal trauma in the canine.
Auburn Vet. 27, 36

155. SWAIM, S.F. (1971)
Vertebral body plating for spinal immobilization.
J. Amer. Vet. Med. Assoc. 158, 1683

156. SWAIM, S.F. (1972)
Surgical correction of a spinal fracture in a dog.
Amer. Vet. Med. Assoc. 160, 1315

157. SWAIM, S.F. (1975)
in: BOJRAB, M.J., Current techniques in small animal surgery.
Lea & Febinger, Philadelphia, Pennsylvania

158. SWAIM, S.F. (1981)
Biomechanics of cranial fractures, spinal fractures and luxations, in: BOJRAB, M.J., Pathophysiology in Small Animal Surgery.
Lea & Febinger, Philadelphia, Pennsylvania

159. SWAIM, S.F., M. VANDEVELDE (1977)
Clinical and histologic evaluation of bilateral hemilaminectomy and deep dorsal laminectomy for extensive spinal cord decompression in the dog.
J. Amer. Vet. Med. Assoc. 170, 407

160. TARLOV, I.M. (1957)
Spinal cord compression, mechanism of of paralysis and treatment.
Charles C. Thomas, Publisher, Springfield III

161. TATOR, C.H., L. DEECKE (1973)
Value of normothermic perfusion, hypothermic perfusion and durotomy for treatment of acute spinal cord trauma.
J. Neurosurg. 39, 52

162. TAYLOR, R.A. (1981)
Treatment of fractures of the sacrum and sacrococcygeal region.
Vet. Surg. 10, 119

163. THIEL, G. (1941)
Die Topographie der Rückenmarkssegmente des Hundes.
Vet. Med. Diss., Hannover

164. TROTTER, E.J. (1972)
Surgical repair of fractured axis in a dog.
J. Amer. Vet. Med. Assoc. 161, 303

165. ÜBERREITER, O. (1930)
Unfallsverletzungen bei Kleintieren.
Wien. tierärztl. Mschr. 17, 314

166. WAIBL, H. (1973)
Zur Topographie der Medulla spinalis der Albinoratte (Rattus norvegicus).
Vet. Med. Diss., München

167. WHITTICK, W.G. (1974)
Canine Orthopedics.
Lea & Febinger, Philadelphia, Pennsylvania

168. WILLENEGGER, H. (1971)
in: ALLGÖWER, M., Allgemeine und spezielle Chirurgie,
Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York

169. WÖRSDORFER, O., F. MAGERL (1980)
Funktionelle Anatomie der Wirbelsäule, in: Hefte für Unfallheilkunde. Verletzungen der Wirbelsäule
Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York

170. WOLVEKAMP, W.Th.C. (1981)
Röntgendiagnostik bei Hunden mit Rückenmarkskompression.
Kleint.-Prax. 26, 479

171. YTURRASPE, D.J., W.V. LUMB (1972)
The use of plastic spinal plates for internal fixation of the canine spine.
J. Amer. Vet. Med. Assoc. 161, 1651

172. YTURRASPE, D.J., W.V. LUMB, S. YOUNG, H.A.GORMAN (1975)
Neurological and pathological effects of second lumbar spondylectomy and spinal column shortening in the dog.
J. Neurosurg. 42, 47

DANKSAGUNG

Bei Herrn Professor Dr. Dr.h.c. H. Schebitz möchte ich mich an dieser Stelle für die Überlassung des Dissertationsthemas herzlich bedanken. Seine verständnisvolle Unterstützung bei anfallenden Problemen war eine wertvolle Hilfe bei der Durchführung dieser Arbeit.

Frau Professor Dr. U. Matis und Herrn Dr. R. Köstlin sage ich Dank für ihre wissenschaftliche Anleitung und Beratung bei der Konzeption sowie für ihre Aufgeschlossenheit und jederzeit gewährte Bereitschaft zur Diskussion. Herrn Priv. Doz. Dr. Dr.habil. H. Waibl möchte ich ebenfalls danken für seine Hilfe bei der Erstellung des anatomischen Teils dieser Arbeit sowie für seine zahlreichen Anregungen.

Weiterhin möchte ich mich bei allen Mitarbeitern der Chirurgischen Tierklinik für ihr Entgegenkommen und Verständnis bedanken, das sie mir während der Zeit der Anfertigung dieser Dissertation entgegenbrachten.

Herrn Dipl.Ing. W. Blanke danke ich für seine Hilfe beim Anfertigen der Zeichnungen, ebenso Frau M. Wirbals und Frau U. Klein für das Erstellen des Manuskripts.

LEBENSLAUF

Andrea T h i e s s	geb. am 1. Mai 1954 in Ludwigshafen am Rhein
Eltern	Prof. Dr. med. Alfred-Michael Thiess, Dr. med. Gisela Thiess, geb. Helwert
Schulausbildung	1961-1965 Rupprecht-Schule, Ludwigshafen am Rhein 1965-1969 Max-Planck-Gymnasium, Ludwigshafen am Rhein 1969-1974 Geschwister-Scholl-Gymnasium, Ludwigshafen am Rhein
Abitur	27. Mai 1974
Universitätsausbildung	1974-1979 Studium der Tiermedizin an der Universität München
Staatsexamen	12. Dezember 1979
Approbation	22. Januar 1980
gegenwärtige Tätigkeit	seit Frühjahr 1980 Anfertigen der vorliegenden Dissertation bis August 1981 Unterstützung durch ein Promotionsstipendium seit 1. September 1981 wissenschaftliche Hilfskraft an der Chirurgischen Tierklinik der Universität München.